FACULTE DE MEDECINE LARIBOISIERE SAINT-LOUIS

ANNEE: 1975

PARIJS

N°: 286

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(DIPLOME D'ETAT)

PAR

MADEMOISELLE MADELEINE TOMBOIS

NEE LE 2 MAI 1950

A AUBERVILLIERS

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE:

La vie actuelle et l'usure inévitable qu'elle entraîne

PRESIDENT: MONSIEUR LE PROFESSEUR SAPIN - JALOUSTRE

FACULTE DE MEDECINE LARIBOISIERE SAINT-LOUIS

ANNEE: 1975

N°:

THESE

pour

le DOCTORAT en MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

par

Melle Madeleine TOMBOIS

née le 2 mai 1950

à AUBERVILLIERS

présentée et soutenue publiquement le:

LA VIE ACTUELLE ET L'USURE INEVITABLE QU'ELLE ENTRAINE

Président: Monsieur le Professeur SAPIN - JALOUSTRE

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Doyens Honoraires : Professeurs J. BERNARD - JJ. BERNIER

Professeurs Honoraires : M. AUBRY - C. LAUNEY - R. WORMS - A. DJOURNO

Doyen : Professeur E. FOURNIER

Professeurs

Médecine Interne

Daniel KUNTZ — Professeur Agrégé
Jacques ROUFFY — Professeur Agrégé

Thérapeutique

Michel LAMOTTE — Profes. titulaire
Jean-Marc SEGRESTAA — Prof. Agrégé
Charles CAULIN — Prof. Agrégé
Chantal BISMUTH — Prof. Agrégé

Radiologie

Maurice LAVAL-JEANTET — Prof. Agrégé
Norbert VASILE — Prof. Agrégé
René DJINDJIAN — Prof. Associé

Cardiologie

Yves BOUVRAIN — Prof. Titulaire
Jean-Jacques WELTI — Prof. Titulaire
Robert SLAMA — Prof. Agrégé
Gilbert MOTTE — Prof. Agrégé

Endocrinologie

Jean CANIVET — Prof. Titulaire
Gérard CATHELINEAU — Prof. Agrégé

Rhumatologie

Stanislas DE SEZE — Prof. Titulaire
Marcel KAHN — Prof. Agrégé
Antoine DRYLL — Prof. Agrégé
Antoine RYCKEWAERT — Prof. Agrégé

Hépato-Gastro-entérologie

Jean-Jacques BERNIER — Prof. Titulaire
Jean-Pierre FERRIER — Prof. Agrégé
Jean-Claude RAMBAUD — Prof. Agrégé

Pneumologie

Lucien ISRAEL — Prof. sans Chaire

Dermatologie

Robert DEGOS — Prof. titulaire
Jean CIVATTE
Stéphane BELAICH — Prof. Agrégé
Félix DUPERRAT — Prof. Titulaire
Antoine Puissant — Prof. Agrégé

Neurologie

Bernard PEPIN — Prof. sans Chaire

Psychiatrie Adulte

Antoine GORCEIX — Prof. Agrégé

Psychiatrie Infantile

Michel DUGAS — Prof. Agrégé

Pédiatrie

Henri LESTRADET — Prof. Sans Chaire
Bernard LABRUNE — Prof. Agrégé
Jean-Marie DESBOIS — Prof. Agrégé

Chirurgie générale

Jean PERROTIN — Prof. Titulaire
Pierre HAUTEFEUILLE — Prof. Agrégé
Michel CELERIER — Prof. Agrégé

Chirurgie plastique

Claude DUFOURMENTEL — Prof. Associé
Pierre BANZET — Prof. Agrégé

Chirurgie orthopédique

Jacques WITVOET — Prof. Agrégé

.../

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548124_0015

Neuro-Chirurgie

Raymond HOUDARD Prof. Titulaire
Jean COPHIGNON Prof. Agrégé
Alain REY Prof. Agrégé

Gynécologie

Paul MORIN Prof. Titulaire
Philippe ENGELMANN Prof. Agrégé

O.R.L.

Paul PIALOUX Prof. Titulaire
Georges FREYSS Prof. Agrégé

Histologie

Jacques LAVEDAN Prof. sans Chaire
Michel MAILLET Prof. Agrégé
Claude BOUTON Délégué M.C.A.

Biophysique

Michel BURGEAT Prof. de Physique médic.
Michel DUVELLEROY Prof. Agrégé
Yvon GRALL Prof. Agrégé

Biochimie

Roland BOURRILLON Prof. Titulaire
Pierre TIOLLAIS Prof. Agrégé
Yves GOUSSAULT Prof. Agrégé

Physiologie

Andrée TEILLAC Prof. sans Chaire
Jean-Paul MARTINEAUD Prof. sans Chaire
Hubert MAMO Prof. sans Chaire

Pharmacologie

Paul LECHAT Prof. Titulaire

Bactériologie

Yvonne PEROL Prof. Agrégée

Parasitologie

Michel LARIVIERE Prof. Titulaire

Anatomie Pathologique

Jean ROUJEAU Prof. Titulaire
Nouredine CHELLOUL Prof. Agrégé
Annie GALIAN Prof. Agrégée

Anesthésiologie

Jean-François MONTAGNE Prof. Agrégé
Ernest ECHTER Prof. Agrégé

Médecine Légale

Etienne FOURNIER Prof. Titulaire

Médecine du Travail

Marie-Louise EFTHYMIOU Prof. Agrégée

Toxicologie

Michel GAULTIER Prof. Titulaire
Pierre GERVAIS Prof. Agrégé

Radio-Isotopie

Yves NAJEAN Prof. Sans Chaire

Immunologie

Maxime SELIGMANN Prof. Titulaire
Jean DAUSSET Prof. Titulaire
Jacques COLOMBANI Prof. Agrégé
Jacques HORS Prof. Agrégé

Hématologie

Michel BOIRON Prof. Titulaire
Jean BERNARD Prof. Titulaire
Claude JACQUILLAT Prof. Agrégé
Gérard SCHAISON Prof. Agrégé
Georges FLANDRIN Prof. Agrégé
Jacques CAEN Prof. Agrégé

Pathologie Expérimentale

Pierre MERKLEN Prof. Titulaire
François COTTENOT Prof. sans Chaire

Anatomie et Organogenèse

Jean-Pierre LASSAU Prof. Agrégé

Médecins Chirurgiens et Spécialistes des Hôpitaux

Médecine Interne

Dr. M. PESTEL

Radiologie

Dr. P. MAY
Dr. BENNET

Dermatologie

Dr. P. DE GRACIANSKY

Pédiatrie

Dr. P. GRENET
Dr. A. HERRAULT

Chirurgie générale

Dr. C. COUINEAUD
Dr. J.P. CALVET
Dr. C. RICHARD

Chirurgie Thoracique

Dr. C. DUBOST

Urologie

Dr. J. MICHON

Chirurgie Infantile

Dr. J. BARCAT
Dr. BIENAYME

Ophtalmologie

Dr. R. CAMPINCHI

O.R.L.

Dr. J. LABAYLE

Directeurs d'Enseignement Clinique

M. ACCARD
M. ALBERTINI
M. BARDIAUX
M. BENAND
M. BERANGER
Mme BECKMAN
M. BERTRAND
M. CALLEROT
Mme CHAIGNEAU
M. CHALANSET
M. CHAOUAT
M. DELANOE
M. DELTEIL
M. DESFOSSES
M. DEUMIER
M. DURAND
M. ELBAZ
M. ELIACHAR
M. FERREZ
M. GANEN
Mme GIACOMINI
M. GOUDAL

M. GROSHOMME
M. GRUPPER
M. GURTLER
M. HUGUET
M. KALMANSON
M. LAMY
M. LEFEVRE
Mme LEMPICKI
M. LESNE
M. LEBOURGES
M. LIBESKING
M. LOGEAY
M. MAWAS
M. MAZZA
M. MANTEL
M. MARTINETTI
M. Martin DUPRAY
Mme MAY
M. MIKOL
M. NEHLIL
M. POUJOL
M. PARIENTE

M. PASQUIER
M. PETITHORY
M. PIRET
M. PLANE
M. RACINE
M. RENE
Mme RENIE
M. ROUCHON
M. SIGAL
M. SCHWEICH
Mme SORREL-DEJERINE
M. SUCHESTOW-SUCHET
M. TAYON
M. TINTHOIN
M. VANTELON
M. de VERBIZIER
M. VERGNON
M. VERMEULEN
Mme VIGNAUD
M. VIGUIE
Mme XIMENES
M. ZAMET
M. ZUCMANN

A notre Président de Thèse,

Monsieur le Professeur SAPIN-JALOUSTRE,

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

En témoignage de notre gratitude pour sa bienveillance et le grand honneur qu'il nous fait en acceptant de présider cette thèse.

A Madame le Professeur C. BISMUTH

Madame le Docteur F. CONSO

Monsieur le Docteur H. GOUDAL

Monsieur le Docteur J. HELIE

En témoignage de notre reconnaissance pour leur enseignement et la sympathie dont ils ont fait preuve à notre égard.

A mes parents,

A ma soeur,

À ma famille,

A mes amis,

En gage d'affection.

P L A N

	Pages
I) POSITION DU PROBLEME "TRAVAIL ET FATIGUE" VIS-A-VIS DES MECANISMES PHYSIOLOGIQUES, PSYCHOLOGIQUES ET BIOLOGIQUES	2
A) Substratum énergétique et matériel du travail..	
I) Position du problème "Travail et Fatigue"..	
2) Rôle des hormones dans le travail musculaire et la fatigue	4
3) Facteurs limitatifs de l'activité musculaire et fatigue	6
B) Fatigue sensorielle et nerveuse	9
I) Fatigue visuelle	
2) Fatigue et psychisme	I0
C) Notions de biochimie de l'activité et de l'usure humaine	I6
I) Substratum biochimique de l'activité des systèmes vivants	
2) Processus d'anabolisme et de catabolisme ..	I8
II) LE MONDE DU BRUIT	2I
A) Ambiance physique	
B) Eléments de physique et de psychologie	22
I) Physique	
2) Physiologie	23
C) Effets physiologiques du bruit	24
I) Effets specifiques	
2) Effets non spécifiques	25

Pages

D) Effets pathologiques du bruit 26

I) Effets spécifiques: surdités profession-nelles ....

2) Effets non spécifiques: troubles généraux. 28

E) Problème des ultra-sons 30

I) Propriétés physiques ....

2) Production des ultra-sons 3I

3) Action physique des ultra-sons dans le milieu vibrant.............................. 32

4) Effets chimiques des ultra-sons 33

5) Action biologique des ultra-sons ....

III) ORGANISATION DU TRAVAIL MODERNE, AUTOMATION 35

A) Evolution des formes de travail ....

I) L'automation ....

2) L'évolution technologique et industrielle. 36

3) Différents modes d'automation 37

4) Avantages et inconvénients économico-sociaux de l'automation ....

B) Préparation et programmation du travail auto-matisé :.les.cartes.perforées................ 38

C) Répercussions physiques et mentales sur le travailleur 39

I) Servitudes humaines de l'automation ......

2) Servitudes sociales de l'automation 42

3) Conséquences de l'automation sur la santé. 43

IV) ERGONOMIE 44

A) Ergonomie au poste de travail ....

I) Environnement physique et sensoriel ......

2) Activité nerveuse 45

B) Principes d'ergonomie 46

C) Ergonomie et analyse du travail 47

D) Ergonomie de l'automation 49

Pages

V) LES RYTHMES DU TRAVAIL ET DE LA PERSONNALITE 50
A) Variations des systèmes biologiques 5I
I) Cycles endogènes ....
2) Cycles exogènes 52
3) Rythme de la surrénale 53

B) Renversement des rythmes 54
I) Dans le travail de nuit ....
2) Travail continu 55
3) Travail aéronautique ....

C) Pathologie des changements d'horaires 56
I) Troubles du sommeil ....
2) Fatigue générale ....
3) Troubles nerveux ....
4) Troubles digestifs 57
5) Ulcère digestif ....

D) Les rythmes et la personnalité globale ......

VI) PSYCHOSOMATIQUE DE LA VIE MODERNE.............. 58
A) Travail, loisirs, repos ....

B) Types d'horaires de travail 59
I) Journée continue ....
2) Travail semi-continu ....
3) Travail continu ....

C) Temps perdu 60
I) Temps de repas ....
2) Temps de trajet ....
3) Soins et éducation des enfants 6I

D) Travail à mi-temps ....
I) Avantages ....
2) Oppositions au travail à temps partiel ....

E) L'habitat moderne 62

CONCLUSIONS 64

INTRODUCTION

Cette étude de l'usure humaine dans le monde moderne a été largement inspirée par les travaux de BUGARD, relatifs à la fatigue et à la médecine psychosomatique, notamment " L'Usure par l'Existence ", le cours d'Hygiène Mentale de JOANNON et le cours du C.E.S. de Médecine Préventive. Elle a donc été conçue dans un esprit psychosomatique, et vise moins à exposer séparement des mécanismes physiologiques, biologiques ou psychologiques qu'à montrer leur fonctionnement à travers la personnalité globale.

On a choisi certains facteurs d'usure. Les uns constituent des sous-produits du machinisme : c'est le cas du bruit. D'autres, plus paradoxaux, apparaissent dans des circonstances créées pour éviter la fatigue. Ainsi, l'automation supprime tout effort physique mais impose le travail par équipes qui, de son côté, perturbe les rythmes de la personnalité humaine. L'habitat moderne, où devraient normalement s'épanouir la vie personnelle et la vie de famille, risque en fait d'altérer les deux. Mais, dès que l'on aborde l'un des aspects du sujet, on s'aperçoit que tout se tient entre les structures du monde extérieur et celles des personnalités individuelles, pourtant si diverses.

La fatigue est celle d'un individu en situation d'existence, responsable aussi de lui-même, et qui aura parfois à combattre sur deux fronts.

I) POSITION DU PROBLEME "TRAVAIL ET FATIGUE" VIS A VIS DES MECANISMES PHYSIOLOGIQUES, PSYCHOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES.

A) Substratum énergétique et matériel du Travail

1) Position du problème: travail et fatigue.

* On distingue dans l'industrie les pièces dites d'usure (par exemple des garnitures de frein) et des pièces dites de fatigue (arbres, roulements). On admet de changer régulièrement les pièces d'usure dont la vie moyenne est connue, alors que les pièces de fatigue sont calculées et réalisées pour durer; leur défaillance est aléatoire et elles peuvent lâcher à n'importe quel moment.

Bien que l'analogie avec l'homme ne puisse se poursuivre plus loin, à moins de le considérer comme une machine, on peut néanmoins considérer qu'il existe chez lui des mécanismes fonctionnels; les uns voués à l'usure et les autres à la fatigue. Mais, ici, les termes n'ont plus le même sens qu'en mécanique.

Ce qui est appelé usure pour la machine correspond assez bien à la fatigue humaine, à ceci près que l'usure d'un organisme vivant se répare d'elle-même, la matière vivante se reconstituant spontanément et progressivement grâce au repos, la nourriture et l'hygiène.

La fatigue de la machine a plutôt comme homologue chez l'homme la lésion, c'est-à-dire la maladie.

Nous laisserons donc de côté ce qui concerne la maladie pour nous consacrer à la fatigue, c'est-à-dire l'usure réversible; on écartera les agressions majeures, qu'elles soient mécaniques (traumatologie), chimiques (intoxication, irritation), ou qu'il s'agisse de radioactivité. On se trouve ici dans le domaine lésionnel qui relève de la blessure ou de la maladie.

* Les méthodes psychologiques en profondeur donnent une approche intéressante de la fatigue nerveuse. L'homme possède divers niveaux de conscience et divers niveaux de besoins qui

s'étagent depuis les plus clairement perçus jusqu'aux plus primitifs.

La fatigue met en cause non seulement les aspects de la personnalité consciente en situation , et en prise directe sur le monde extérieur, mais aussi le monde intérieur de ses instincts et de ses pulsions. Le travail et la fatigue sont des expériences globales ainsi que le montrent les travaux récents.

On conçoit qu'une personnalité névrotique soit plus fatigable: en conflit avec elle-même et avec autrui, il lui est difficile de lutter sur deux fronts.

La pathologie sonique est fort instructive à cet égard: alors que le bruit intense d'un marteau pneumatique conduit à la surdité à travers des phénomènes consciemment perçus, le sujet est en outre plongé dans un bain continu de bruits et de vibrations qui impressionnent pourtant l'ensemble de l'organisme. Ce ne sont plus le bruit ou les vibrations qui sont ressentis en tant que tels, mais un malaise général où point l'angoisse.

La fatigue est un processus archaïque qui limite l'emprise de l'homme sur le monde.

L'homme sait ce qu'il désire: la vie dans la liberté, la promotion sociale, la sécurité dans le travail, dans le repos, dans la maladie et la vieillesse. Mais des distorsions peuvent apparaître entre les niveaux de conscience et la satisfaction des besoins correspondants d'où découleront les sentiments de frustration et d'incomplétude. Si quelque chose que l'homme attend vient à lui échapper, c'est encore sous forme de fatigue qu'il le ressentira.

Dès que l'on aborde les problèmes de fatigue, on soulève de multiples problèmes de la condition humaine.

x Le propre de la fatigue est d'atteindre des structures excitables qui appartiennent au système de relation (muscle strié,

cortex sensitivo-moteur et associatif, organes des sens). Ces structures sont branchées sur le monde extérieur et elles sont capables d'adopter, au-delà du régime de croisière normal, des régimes de pointe qui dépassent considérablement leur activité minimale. Ainsi, le muscle strié est capable, au cours de l'effort, de recevoir des quantités de sang ou de dépenser des quantités d'oxygène plus de vingt fois supérieures à celle du régime de repos.

La fatigue va correspondre à des facteurs locaux ou généraux de limitation fonctionnelle de l'activité qui vont constituer autant de goulots d'étranglement disposés à des niveaux différents.

On ne peut parler de fatigue sans se référer au muscle; en effet, malgré les nombreuses incertitudes qui subsistent, les phénomènes chimiques, électriques et mécaniques dont il est le siège sont suffisamment bien connus, de même que les facteurs de limitation de l'activité musculaire. Enfin, tout état de fatigue, qu'il soit normal ou pathologique, purement musculaire, nerveux ou global, est la plupart du temps ressenti au niveau du muscle.

On dit que le travail moderne a fait disparaître la fatigue musculaire, alors qu'en fait, s'il a libéré l'homme du travail dynamique effectué par de gros muscles, il le remplace par un travail statique qui est dû, soit à une mauvaise posture de l'ouvrier au poste travail, soit à la projection de son angoisse dans la musculature striée.

2) Rôle des hormones dans le travail musculaire et la fatigue

Une série d'expériences conduites par ALBEAUX-FERNET, BUGARD, CHAILLEY-BERT, PLAS et HENRY dans les épreuves de marche ou de cyclisme, montre que les réponses métaboliques et hormonales des sujets sont tout à fait différentes, suivant qu'ils reçoivent une ration normale ou déficiente.

- L'exercice de courte durée augmente les 17- cétostéroïdes et les 17- hydroxycorticoïdes urinaires. La tension émotionnelle qui

est liée à l'épreuve physique concourt à cette augmentation.

- L'exercice prolongé fait apparaître une diminution marquée des I7- cétostéroïdes et faible des I7- hydroxycorticoïdes.

- La nutrition joue ici un rôle important: une ration riche en calories et en protéines permet le maintien des I7- cétostéroïdes qui représentent justement les hormones chargées de la construction des protéines dans l'organisme.

Alors qu'inversement, si le sujet qui travaille ne reçoit qu'une ration alimentaire déficiente, on voit s'effondrer les hormones de construction protéique, tandis que les hormones du type glycocorticoïde (c'est-à-dire celles qui concourent à démolir les protéines de l'organisme pour les transformer en sucre utilisable par le muscle) diminuent peu.

L'aldostérone, qui est la principale hormone chargée de retenir le sel dans l'organisme en s'opposant à sa fuite à travers le rein et les glandes sudoripares va, comme on peut s'y attendre, s'élever au cours de l'exercice musculaire accompagné de sudation, et d'autant plus que la ration alimentaire est pauvre en sel.

Les mouvements des hormones du cortex surrénal suivent donc fidèlement les bilans énergétiques, métaboliques et ceux de l'eau et des ions sodium et potassium au cours de l'effort musculaire.

Si la balance azotée est négative, les I7- CS s'abaissent profondément tandis que les I7 OH conservent leur taux et interviennent dans le catabolisme protéique endogène. L'abaissement des I7 CS est parallèle à celui de la perte de poids et de la dette azotée; inversement, pendant le repos, les I7 CS s'élèvent en même temps que se rembourse la dette en azote.

Au cours du travail musculaire, la glande surrénale concourt ainsi à assurer les constantes auxquelles l'organisme tient le plus: masse, osmolarité, équilibre acido-basique, taux de glucose du sang. Grâce à un ensemble de corrélations physiologiques, l'irrigation

sanguine, la fourniture en oxygène et en glucose, ainsi que l'élimination des déchets sont conservées, et particulièrement au niveau du système nerveux central qui reste ici l'organe prioritaire: sans vigilance ni contrôle , l'activité musculaire perdrait toute signification.

3) Facteurs limitatifs de l'activité musculaire et fatigue.

Les tissus et les structures vivantes élémentaires possèdent des régimes d'activité différents: le tissu conjonctif travaille en régime uniforme, pour les tissus nerveux et musculaires, la phase d'activité en régime de pointe est suivie d'une phase de restauration où l'activité et l'excitabilité sont diminuées: c'est ici le substratum energico-matériel de la fatigue. Inversement, si le tissu fonctionne suivant un régime économique, ou encore, comme fait le myocarde, suivant un régime discontinu et rythmique qui ménage des pauses, la fatigue sera beaucoup plus longue à apparaître.

La fatigue va donc dépendre de plusieurs paramètres indépendants. On peut définir avec Scherrer la "fatigue comme une diminution d'activité d'un système vivant excitable... liée au fonctionnement même de ce système... survenant pour une stimulation adéquate maintenue constante, et réversible par le repos".

L'activité musculaire même locale tend à devenir une activité associative, puisque la fibre musculaire fonctionne avec d'autres fibres, dans le corps du muscle qui est irrigué et connecté au système nerveux; par ailleurs l'activité d'un muscle donné se fait en synergie ou en antagonisme avec d'autres muscles.

La propriété fondamentale de la fibre musculaire est de développer une force Fm qui tend à rapprocher ses deux extrémités (l'une étant supposée fixe). Si une force extérieure Fe s'oppose à elle, deux cas se présentent:

$Fm > Fe$: c'est le travail dynamique actif.

$Fm = Fe$: contraction isotonique et isomètrique travail statique.

a) Travail dynamique

Dans cette forme de travail, la fatigue apparaît lorsque la puissance critique du muscle est dépassée.
On appelle seuil d'épuisement local le moment où le travail ne peut plus être poursuivi à la puissance initiale, temps limite (t lim) la durée pendant laquelle il l'a été, et travail limite (T lim) le travail ainsi réalisé (Scherrer) .

$$T \text{ lim} = a + b \text{ tlim} \qquad (a \text{ et } b = \text{constantes})$$

Tout se passe comme si le travail limite comportait une réserve (facteur a) et un taux de reconstitution énergétique maximum qui constitue la puissance critique (facteur b).

Le muscle qui travaille au dessus de sa puissance critique, atteindra le seuil d'épuisement lorsqu'il aura épuisé sa réserve énergétique a. Pour une puissance inférieure , le travail pourra être poursuivi très longtemps sans fatigue .(Le facteur a peut être mesuré en plaçant un garrot sur le membre :il correspond à la quantité de travail effectué par un muscle dont on a interrompu la circulation artérielle) .

On voit que le travail limite est une fonction sensiblement linéaire du temps limite.

b) Travail statique

Le travail statique correspond comme on l'a dit, à la contraction musculaire sans mouvement. Cette forme de travail particulièrement fatigante acquiert une grande importance dans le monde actuel où elle tend à remplacer le travail musculaire dynamique.

-le temps limite varie en fonction de la force suivant l'équation:

$$t \text{ lim} = \frac{K}{F^n} \qquad (n = \text{constante définie pour chaque groupe musculaire})$$

- le travail statique possède un caractère pénible, et il est très dépendant du contexte psychologique.
- au cours du travail statique, le muscle est mal irrigué.

c) Electromyographie

L'activité électrique globale du muscle est constituée par des variations de potentiels peu amples et très irréguliers, la fréquence de ce rythme est d' environ 50c/s (rythme de Piper) et correspond à un processus de synchronisation de l'activité des unités motrices.

Le travail musculaire intense et fatiguant tend à ralentir le rythme de Piper et à augmenter l'amplitude des phénomènes électriques.

La fatigue tend donc à diminuer le potentiel des unités motrices et à synchroniser leur activité à une fréquence de l'ordre de 9c/s que l'on peut rapprocher du tremblement de fatigue.

d) Divers systèmes impliqués dans la fatigue.

-Fatigue tissulaire

Les protéines contractiles de la fibre musculaire et la fourniture d'énergie nécessaire à leur contraction par les composés à haute énergie (ATP) sont perturbées dans la fatigue. La resynthèse de ces derniers composés se fait grâce à celle de la dégradation aérobie des glucides.

Il existe donc un syndrome biochimique local de la fatigue: l'ATP et les composés ne peuvent fournir de l' énergie que pendant un temps court mais leur vitesse de renouvellement est très rapide, tandis que la resynthèse aérobie des glucides à partir de l'acide lactique est beaucoup plus lente.

Il faut compter avec le stock disponible en coenzymes (DPN / TPN).

-Fatigue du système de commande

Pour un travail en régime critique, il n'y a pas de fatigue de la fibre nerveuse, ni de la plaque motrice, de même que de la plaque de la fibre. Par ailleurs, le tonus musculaire peut-être maintenu très longtemps sans fatigue.

La marge de sécurité en régime constant, c'est-à-dire, la résistance à la fatigue, est plus considérable pour les systèmes de commande périphériques que pour les centres, qui sont plus vulnérables.

-Fatigue du système d'apport

Pour un travail à puissance critique, l'apport d'oxygène nécessaire est d'environ 23cm³ par minute pour 100g de muscle. Cet apport est compromis lorsque la masse musculaire intéressée dépasse les possibilités cardio-respiratoires, pour un travail éxécuté en atmosphère normale.

En régime critique, la vitesse de diffusion de l'oxygène et des métabolites à travers la membrane de la fibre musculaire constitue également un facteur de fatigue.

En conclusion, pour un régime élevé de travail musculaire local la fatigue est d'abord dûe à une défaillance périphérique, la faillite des centres n'apparaissant qu'après. C'est le contraire pour un travail général où la défaillance des facteurs cardio-respiratoires et centraux devance l'épuisement local.

B) Fatigue sensorielle et nerveuse.

La fatigue physiologique conduirait au sommeil par le fait que la formation réticulaire ne serait plus capable temporairement d'assurer la vigilance ni l'activation du cerveau. la fatigue nerveuse pathologique parait liée à un déséquilibre excitant de cet appareil régulateur qui perturbe la vigilance, et les centres végétatifs.

L'abord de la fatigue grâce à la psychologie en profondeur parait actuellement assez prometteur.

On doit dire au préalable quelques mots de la fatigue visuelle; la fatigue auditive sera envisagée plus loin à l'occasion des problèmes du bruit.

I) Fatigue visuelle

a) La fatigue visuelle se manifeste par:

-des symptômes oculaires: sensations anormales, inconfort des yeux, clignement, douleurs oculaires.

- des symptômes portant sur la vision: vision trouble, apparition de franges colorées à la lecture.

- des symptômes généraux où domine le mal de tête.

b) Comme la fatigue musculaire, la fatigue visuelle siège à divers niveaux:

- fatigue ciliaire: touche les muscles de l'accommodation. L'insuffisance d'accomodation frappera de préférence les sujets atteints d'un défaut de réfraction.

- fatigue de convergence: perturbe l'équilibre oculo-moteur qui préside aux mouvements combinés des deux yeux. Cette forme de fatigue touche de préférence les sujets atteints d'un défaut de réfraction et également ceux qui ont une exophorie ou une ésophorie. Mais la fatigue générale, même si elle n'est pas provoquée par des efforts intenses de vision, retentit aussi sur les muscles oculo-moteurs.

- la fatigue oculaire ne siège pas seulement dans les muscles intrinsèques ou extrinsèques: l'oeil étant d'abord un appareil nerveux de détection de la lumière, la rétine et les centres nerveux de la vision ont aussi leur fatigue propre. La modification de la fréquence critique de fusion lumineuse a donné lieu au test de " flicker " qui se montre assez peu fidèle en tant que test de fatigue générale.

2) Fatigue et psychisme:

On a vu quels sont les divers facteurs de fatigue locaux ou régionaux, de nature métabolique, circulatoire, nerveuse ou hormonale qui limitent l'activité des tissus excitables et qui font apparaître la fatigue.

Il existe une certaine balance entre fatigue centrale et fatigue périphérique, l'une permettant une certaine réparation de l'autre. Mai, lorsque le seuil de résistance centrale est dépassé, on atteint le stade d'épuisement.

Il n'est pas rare d'observer chez les sportifs en pleine santé des abaissements importants de la glycémie (0,60 gr par litre) ou des I7- cétostéroîdes urinaires (5 mg / 24 h), au cours d'épreuves sévères de longue durée; mais, chez eux, l'effort est résolument accepté et la fatigue sans angoisse. La survenue d'anomalies biolo-

giques identiques chez des ouvriers d'usine dans des situations de travail imposées autoritairement entraînerait l'absentéisme ou la grève.

On voit donc la place du libre arbitre: si un mobile supérieur l'emporte, la décision sera prise de surmonter la fatigue et de poursuivre l'effort.

La fatigue est ici une sensation ayant un substratum biologique comme la faim ou la soif. La sensation de fatigue n'est pas proportionnelle aux facteurs biologiques sous-jacents. Bien des maladies ayant un support énergético-matériel (Maladie d'Addison, asthénie héréditaire familiale, paralysie familiale périodique ...) engendrent unessensation de fatigue, mais sans fatigue nerveuse, ni anxiété.

A l'inverse, la fatigue peut devenir une conduite, et une conduite d'abandon ou de retrait, même si le substratum biologique fait défaut. Comme la faim qui présente des perturbations en plus (boulimie) ou en moins (anorexie mentale), il existe des conduites anormales de fatigue depuis l'agitation sans frein du maniaque jusqu'à l'asthénie profonde du déprimé.

L'asthénie et la dépression sont une manière d'être; comme pour se justifier, elles peuvent faire apparaître le même substratum énergético-matériel que la fatigue motivée par le travail musculaire.

a) <u>Fatigue et psychosomatique:</u>

On arrive à une conception psychosomatique de la fatigue qui doit rechercher la signification profonde des divers facteurs qui limitent le travail et incitent le sujet à l'interrompre ou à le refuser. L'usure existentielle rejoint ici d'autres problèmes de santé mentale de l'homme moderne qui sont à l'ordre du jour.

Très tôt dans l'organisation de la personnalité psychique et somatique, la fatigue apparaît comme une limitation de l'emprise du sujet sur le monde. Puis la personnalité s'édifie en établissant progressivement une série de schèmes affectivo-moteurs qui sont pour l'enfant autant d'emprises sur le monde. La fatigue sera donc liée à l'emprise du système de relation sur le monde, mais aussi au dynamisme intellec-

tuel profond, à l'humeur, à la thymie.

La fatigue devient donc une expérience primaire de caractère archaïque et de nature conflictuelle. C'est donc en profondeur qu'il est intéressant d'approcher la fatigue de l'adulte, qui est alors un phénomène de régression, retour à la dépendance, réminiscence d'expériences infantiles douloureuses.

On peut penser aussi que n'importe quel sentiment d'insécurité, n'importe quel insatisfaction des besoins, qu'ils soient primaires ou plus élaborés, donnera jour à la fatigue.

Nous souhaitons éclairer ces phénomènes à l'aide de la psychologie en profondeur et de la psychosociologie.

La fatigue doit être conçue dans l'optique large de l'être global en situation dans le monde. Ceci nous conduit donc à parler de la notion du rôle chez l'individu qui fait la jonction entre lui et son milieu; on envisagera ensuite les asthénies névrotiques et pseudo-névrotiques, et la place prise en clinique par l'étude analytique de la fatigue.

b) <u>Notion du rôle dans le travail et la fatigue:</u>

\- <u>Le rôle et les exigences sociales.</u>

.L'action de l'individu dans un cadre social donné implique une harmonie entre les structures externes et internes du milieu et une adhésion de l'individu au système.

.L'individu dispose d'une autonomie plus ou moins grande. L'attitude qu'il adoptera dans une situation donnée constituera un compromis dépendant de la personnalité en cause, du degré d'urgence des évènements et de la pression exercée par les règles collectives.

\- <u>L'aspect individuel du rôle.</u>

met en jeu l'adaptation personnelle du sujet à son milieu, qu'elle soit passive ou active, consciente ou inconsciente.

Le milieu exerce sur l'individu des pressions qui varient considérablement suivant le type libéral ou autoritaire de la société.

Le travail est généralement accepté; toutefois, les modalités de cette adaptation moyenne sont complexes et dépendent de nombreux facteurs: caractères du milieu, climat émotionnel, attitudes de l'individu, caractère des règles sociales.

- Rôle, Personnalité, Structures sociales:

Le rôle provoque chez le sujet plusieurs attitudes possibles vis-à-vis de son milieu.

.Le conformisme de l'individu qui sauvegarde la stabilité de l'organisation collective mais compromet son évolution. Dans les sociétés de type autoritaire, qui montrent une grande rigidité et une résistance au changement, le travail est en général très dur pour les classes inférieures qui sont écrasées par la fatigue.

Dans les démocraties modernes, la rapidité de l'évolution technique s'oppose à une stabilité. Le travail acquiert une nouvelle signification: l'homme trouve dans une tâche allégée et réglementée son autonomie et sa liberté. La fatigue devient un obstacle à la productivité, et elle est considérée comme un problème important.

.Le non-conformisme expose le sujet à diverses sanctions. Pour les sociétés à structure rigide, il est rigoureusement châtié par l'autorité civile et l'autorité religieuse qui sont ici souvent confondues.

Dans le monde moderne, les conduites collectives de fatigue et de refus de travail dépendent davantage d'un refus des " conditions de vie ", propres au milieu, que de problèmes purement techniques. L'individu peut rester dans le système, mais en adoptant une attitude d'apathie.

La notion du rôle est donc capitale: elle explique l'appétence du sujet vis-à-vis du travail; elle montre aussi que la fatigue peut constituer un refus d'adhésion et une conduite de retrait.

c) Pseudo-névroses de situation.

Ce sont des personnalités dont le déséquilibre transitoire tient à une situation conflictuelle vécue dans l'immédiat, surmenage

familial, surtout chez les femmes, situation professionnelle, surtout chez les hommes, carence affective dans les deux sexes.

Ces états dépendent davantage d'un mode de vie que d'une profession et frappent de préférence des femmes sans métier; toutefois, on les observe en médecine du travail. Dans ces cas, l'amélioration des conditions de travail et l'accoutumance ont sensiblement atténué la fatigue qui a repris une dimension normale.

Nous énumérerons rapidement les signes cliniques de cette pathologie, plus difficile à décrire qu'une affection bien structurée.

- la fatigue ne cède pas au repos; elle apparaît le soir puis envahit le nycthémère et finalement elle prédomine le matin: elle elle est physique, psychique et génitale.
- les troubles du sommeil sont caractérisés par une hypersomnie qui précède l'insomnie de décompensation.
- il existe une intoxication par le métier et le mode de vie: rêves professionnels, réminiscence du conflit ...
- les maux de tête sont fréquents.
- les sujets accusent de la difficulté pour se concentrer, des troubles de la mémoire, un abaissement du rendement professionnel, des intolérances multiples.
- des points douloureux, des "noeuds", des "boules" apparaissent dans la poitrine, le ventre, le dos, la gorge.
- la TA s'abaisse et la différentielle se pince.
- enfin , les troubles génitaux sont constants: dysménorrhées chez la femme, asthénie sexuelle chez l'homme, troubles de la libido dans les deux sexes.

La fatigue normale et l'asthénie de la pseudo-névrose de situation paraissent avoir un substratum biologique. Ce sont des états de catabolisme. L'anabolisme, constituant la réparation de la fatigue, est plus lent que l'usure.

Parmi les divers facteurs en cause dans la pseudo-névrose, le surmenage sensoriel paraît jouer un rôle important, mais d'autres <u>surmenages</u> peuvent être en cause: affectif, intellectuel, tenant à

l'inadaptation soit dans le temps, soit dans l'espace, par tracasserie surtout dans la vie de tous les jours.

Il faut aussi insister sur les situations de carence: travail monotone, carence d'argent, carence affective, carence sensorielle.

Ces situations de surmenage ou de carence ont un caractère immédiat, réellement vécu dans le présent, qui n'est pas toujours perçu par le sujet, mais que l'on mène aisément à sa conscience. Il n'en est pas de même dans la névrose où le conflit ancien et profond adhère à la trame de la personnalité et n'est revécu que sur un mode symbolique.

d) Conception analytique de la fatigue:

C'est toujours la personnalité globale avec ses niveaux de conscience les plus évolués mais aussi ses couches psychologiques lesplus profondes qui est en cause dans toute situation de travail.

La psychologie en profondeur expliquerait le sens des vocations, l'attrait curieux qu'éprouvent la plupart des sujets pour un matériau donné plutôt que pour un autre. Elle éclaire le problème de la fatigue considérée comme une situation vécue par la personne dans sa totalité.

Ainsi, les sujets dont la personnalité se trouve mal structurée pour de multiples raisons, éducatives, familiales, sociales ou autres, ceux qui n'ont pas su ou pas pu résoudre leurs conflits de base, sont plus portés que les autres à la fatigue, car il leur est difficile de combattre sur deux fronts.

A chaque niveau de conscience correspondent des niveaux de besoin; on peut alors se demander où se situe parmi ces divers niveaux la conscience de classe et la place qu'elle peut tenir dans les problèmes de la fatigue. La notion du rôle contient en effet celle de la position occupée par le sujet, non seulement dans l'entreprise, mais dans la société. Le rôle se trouve plus ou moins lié à un statut, qui est le gage d'une stabilité dans l'emploi et dans le salaire. Satisfaction, contentement de soi et des autres, ou, au contraire, insécurité, frustration et fatigue sont encore liés ici.

Une conception analytique de la fatigue peut donc conduire à des données intéressantes; c'est ainsi que les structures de base de la personnalité, qui diffèrent suivant les sujets, paraissent conduire à des formes différentes de fatigue.

le conducteur de camion, au soir d'une journée de conduite à la fois monotone et dangereuse où il est tenu de respecter un horaire peut présenter deux sorte d'attitudes: conduite agressive avec méconnaissance du danger, ou au contraire conduite inhibée et perfectionniste avec excès de précaution.

De même, les mécanographes, les opératrices sur machine à perforer peuvent présenter en fin de journée des réactions de fatigue différentes à égalité de travail. Chez les unes la fatigue prend une forme dépressive, chez les autres, la fatigue adopte une allure hypertonique avec envie de tout envoyer promener.

Ces deux forme de fatigue dont ne saurait assez signaler les oppositions, peuvent constituer aussi des degrés différents, la forme tonique précédant la forme dépressive chez un même sujet.

La méthode des tests (ROHRSCHACH, tests de personnalité, tests projectifs), l'entretien à tendance analytique pourraient donc permettre d'établir des corrélations entre la personnalité de base et l'orientation de la fatigue vers un certain type clinique.

C) Notions de biochimie de l'activité et de l'usure humaines.

Pour rester dans l'optique psychomatique de ce travail, il est utile de faire certains rappels. L'être global en situation d'existence constitue un système hiérarchisé dont le sommet est lié à des conduites psychologiques, mais dont la base est faite de processus chimiques.

L'individu est libre de conduire son destin, mais il est infléchi par un certain nombres de contraintes que lui imposent ses tissus.

I) Substratum biochimique de l'activité des systèmes vivants

En schématisant à l'extrême, la décomposition de l'eau l'ionisation de la molécule d'hydrogène, la libération d'énergie et la reconstitution de l'eau initiale constituent l'essentiel du cycle de l'énergie des êtres vivants.

Le cycle de l'énergie vitale peut s'écrire:

$$1/2\ O_2 + H_2 \rightleftarrows H_2O$$

-lue de gauche à droite représente les phénomènes respiratoires
Dans ce sens la réaction est:

. catabolique, car elle transforme un substrat riche en H_2 en un substrat pauvre.

. exergonique, car elle libère de l'énergie utilisable.

-lue de droite à gauche la réaction est:

. anabolique, car elle stocke des H_2 énergétiques dans de grosses molécules qui seront conservées ou retenues temporairement.

. endergonique, car cette mise en réserve demande pour se constituer de l'énergie.

Pour q'un organisme vivant reste égal à lui-même vis-à-vis de son milieu, il est nécessaire qu'il y ait équilibre entre ses mouvements cataboliques internes de démolition qui libèrent de l'énergie, et ses mouvements de construction interne anabolique qui vont stocker cette énergie.

Il existe dans l'organisme des tissus ou des structures à vocation catabolique ou anabolique prédominante.
Les organes de nutrition ont une vocation surtout anabolique, alors que les organes de la vie de relation ont une vocation catabolique prédominante.

La respiration tissulaire se fait à l'aide de systèmes enzymatiques spécifiques et de coenzymes transporteurs de protons et d'électrons dont les plus importants sont: DPN, TPN, la flavoprotéine - adénine-dinucléotide, les cytochromes a, b et c.

Ces coenzymes et ces transporteurs font perdre progressivement des électrons à l'hydrogène moléculaire du substrat initial, cette séquence libère progressivement de l'énergie vitale. Au niveau terminal il y a reconstitution de l'eau. A chaque palier, l'énergie est stockée temporairement sous forme de réactions couplées, dans des composés de type ATP synthétisés à partir de l'ADP. Cette réaction reversible va libérer l'énergie au point demandé, pour redonner de l'ADP et de l'acide phosphorique.

2) Processus d'anabolisme et de catabolisme.

Le glucose, qu'il provienne de l'alimentation, des réserves en glycogène ou des protéînes par néoglycogénèse, va être soumis à une fragmentation au cours de phases successives qui libèrent de l'énergie d'une manière inégale.

a) Phase préparatoire anaérobie (Voie d'EMBDEN-MEYERHOF)

Cette voie catabolique siège notamment dans le muscle strié, elle emprunte des enzymes cytoplasmiques et du DPN. Le glucose est d'abord estérifié en glucose 6- phosphate, puis en hexose diphosphaté, et dégradé en une série de composés intermédiaires jusqu'aux stades de l'acide pyruvique et de l'acide lactique .

Elle se déroule sans oxygène, ne donne donc pas d'acide carbonique, mais exige de l'ATP et produit de l'énergie mécanique.

b) Phase préparatoire aérobie (shunt oxydatif des pentoses)

Cette voie anabolique, absente dans le muscle strié, mais présente dans le foie, les hématies, le cortex surrénal et le tissu adipeux, part du glucose 6- phosphate, utilise des enzymes cytoplasmiques et du TPN, éxige de l'oxygène et produit du CO_2.

Elle sert à la synthèse des acides gras, des sucres en C_4, en C_5, en C_7 et à la synthèse des acides nucléîques;

c) Phase intermédiaire aérobie

Représentée essentiellement par le cycle de Krebs (ou cycle tricarboxylique) machine à oxýder l'acide pyruvique issu du catabolisme glucidique, et l'acétate actif qui provient lui- même du catabolisme des acides gras et des acides aminés cétogènes.

d) Phase ultime aérobie.

Constituée par le transfert d'électrons contemporains du fonctionnement du cycle de Krebs.

La position centrale du pyruvate et de l'acétyl CoA permet diverses diverses orientations réversibles du métabolisme;

- soit vers le lactate.
- soit vers les acides aminés glycoformateurs par amination.
- soit vers les lipides dans le shunt oxydatif des pentoses.

La voie d'Embden Meyerhof, conduisant à l'ionisation de l'hydrogène et à la libération d'énergie, est celle de la vie de relation,

du mouvement volontaire rapide et de la vigilance. Alors que la voie oxydative des pentoses est celle de la recharge, du repos et sommeil; c'est celle de l'anabolisme.

L'approche biochimique de la fatigue au niveau du système nerveux central offre encore beaucoup de difficultés; en effet, le cerveau constitue le plus complexe assemblage de structures et de fonctions de tout l'organisme et par ailleurs, il existe des barrières au passage des matériaux du sang et du liquide céphalo-rachidien vers les cellules cérébrales.

Quelques données biochimiques permettent d'entrevoir ce qui se passe dans le cerveau au cours du travail et de la fatigue:

- lipides: malgré leur proportion élevée (65 à 75% de la matière grise) leur rôle métabolique reste mal connu.
- protéînes: elles ne sont pas encore toutes inventoriées la teneur en cystathionine refléterait le niveau d'évolution du cerveau.
- glycogène: le cerveau contient 0,I% -ce qui explique sa courte survie sur lui-même.
- oxygène: la plus grande partie sert à l'oxydation du glucose pour une glycémie normale le cerveau consomme 3,4 ml d'oxygène par minute par I00g de tissu.
- la totalité du glucose est utilisée pour produire de l'énergie à partir de l'ATP.

  chez l'homme au repos, le cerveau dépense le I/4 de l'oxygène total de l'organisme.
- acide glutamique: joue un rôle fondamental dans le métabolisme protidique: il est converti en acide α- cétoglutamique pour entrer dans le cycle de Krebs, il peut également être décarboxylé par le cerveau sous forme d'acide γ-amino-butyrique (GABA) qui joue un rôle essentiel au niveau des neurones centraux dont il provoque l'inhibition fonctionnelle.
- la sérotonine: synthétisée à partir du tryptophane et prédominant dans l'hypothalamus, elle joue un rôle régulateur de premier plan dans le système nerveux.
- les acides nucléïques: jouent un rôle métabolique important dans le tissu nerveux au cours de la réparation de la fatigue.

Si la stimulation normale augmente le taux de RNA et de protéine, la fatigue consécutive à une stimulation exagérée provoque la disparition du RNA et celle de la capacité de synthèse des protéines par la cellule nerveuse.

- NACHMANSOHN a proposé un schéma de la transmission de l'influx nerveux qui lie le rôle fondamental de l'acétylcholine, la glycolyse, l'intervention de l'ATP, les phénomènes de polarisation et le passage transmembranaire des ions Na et K.

- GREENBERG et WINICK ont montré l'existence d'un facteur protéique de croissance du système nerveux qui exerce son action sur les ganglions sympathiques et les fibres ganglionnaires: la courbe d'excrétion des catécholamines au cours de la croissance générale semble étroitement liée à ce facteur.

On voit donc qu'il existe un certain nombre de corrélations entre la biochimie du cerveau, le comportement et la fatigue, qu'il s'agisse des divers degrés de la vigilance et du sommeil, des troubles de l'humeur, de la dépression, des drogues antidépressives et psychotoniques et des réactions psychotiques induites ou corrigées par d'autres agents chimiques.

Le travail et la fatigue font donc partie d'un continuum vital stratifié et hiérarchisé, qui comporte des niveaux énergético-matériels et psychologiques entre entre lesquels on voit apparaître quelques corrélations.

II) LE MONDE DU BRUIT.

A) Ambiance physique.

L'homme est soumis dans sa vie et dans son travail à un certain nombre de facteurs physiques de l'environnement: pression barométrique, teneur de l'atmosphère en oxygène, en acide carbonique, en vapeur d'eau etc..., vitesse de déplacement de l'air, température, lumière, bruit, etc...

Il existe un optimum d'ambiance physique constituant, pour un poste de travail donné, l'un des éléments de son étude ergonomique.

L'environnement physique introduit des charges d'autant plus lourdes que l'homme se soumet volontairement à des conditions de vie de plus en plus artificielles.

On a donc choisi d'étudier quelques facteurs physiques de l'environnement, ce qui ne veut pas dire que les autres n'interviennent pas dans l'usure existentielle.

Le bruit est l'un des principaux fléaux du monde moderne; il est lié aux pulsions et aux instincts les plus archaïques (c'est en criant que le nouveau-né vient au monde), une étude psychanalytique resterait à faire.

Le bruit constitue un des problèmes majeurs du monde moderne et l'un des plus difficiles à traiter pour diverses raisons:

- Le bruit est partout, dans l'industrie, dans la cité, à la maison. L'homme moderne baigne dans le bruit et les vibrations mécaniques, au cours de son travail et en dehors de lui.
- L'action des bruits sur l'organisme possède une double nature spécifique et non-spécifique.

Les troubles spécifiques portent sur l'appareil récepteur du bruit qui est l'oreille: la surdité professionnelle est en rapport direct avec les composants physiques du bruit.

Les troubles non-spécifiques s'étendent à tout l'organisme, notamment au système nerveux, et n'ont plus que des rapports lointains avec les paramètres physiques: on est ici dans le domaine de la psycho-acoustique.

- Bien des aspects de surdités professionnelles sont encore mal

connus. L'embarras du législateur pour codifier les réglements d'ambiance sonore et réparer les dommages subis, apparaît dans le caractère fluctuant des lois d'un pays à l'autre.

- Les troubles non-spécifiques dûs au bruit entrent dans le problème général de l'usure existentielle.

- La protection contre le bruit exige des matériaux lourds et des études coûteuses.

- L'insonorisation dans la cité et l'industrie doit être prévue dès l'origine, et non rajoutée après coup.

La lutte contre le bruit est payante, indispensable et imposée par la loi.

B) Eléments de physique et de physiologie.

Le son est la vibration d'un milieu matériel (en général l'air) susceptible d'être détectée par l'oreille.

Le bruit est souvent défini comme un son gênant ou plus précisément comme un son non désiré.

Pour les physiciens, le bruit est un son ayant généralement un caractère aléatoire et qui n'a pas de composante bien définie.

I) Physique.

Le son est une sensation auditive engendrée par une vibration acoustique. Par extension, on appelle son toute vibration acoustique capable d'éveiller une sensation auditive.

Il se caractérise par :

- fréquence qui correspond au nombre de périodes par seconde et s'exprime en hertz. L'oreille humaine ne perçoit que les ondes acoustiques dont les fréquences sont comprises entre I6 Hz et 20.000 Hz.

- L'émission sonore s'effectue avec une certaine puissance; à une certaine distance de la source, on peut définir une intensité acoustique qui est la puissance par unité de surface s'exprimant en Watts/m^2.

Ces unités, étant peu pratiques, on utilise le décibel, qui

exprime le niveau d'intensité acoustique,et qui, par définition, est égal à dix fois le logarithme décimal du rapport entre l'intensité acoustique du son et une intensité acoustique de référence qui a été fixée à

Les principales sources de bruit sont les suivantes:

- impacts, chocs (coup de marteau)
- martèlement (chocs répétés d'un moteur à explosion)
- frictions et frottements
- écoulements de fluides liquide ou gazeux
- vibrations libres
- vibrations forcées
- résonances (accord entre la fréquence propre et la fréquence imposée)

Dans le bâtiment, les bruits se propagent de trois manières: par l'air, par conduction aérienne ou solide et enfin par les parois avec phénomènes de résonance. Le traitement du bruit sera différent dans chaque cas.

Toute salle possède une réverbération qui est dûe aux réflexions multiples des ondes sonores contre les parois. Le confort acoustique dépend du temps de réverbération: trop élevé, il rend la conversation inintelligible; trop court, le son devient mat et désagréable.

2) Physiologie.

L'usage dénomme caractéristiques physiologiques des bruits ce qui constitue en fait leurs qualités psycho-sensorielles: tonie, sonie, et timbre.

- Tonie: (hauteur tonale) caractère de la sensation auditive liée à la fréquence des sons.
- Sonie:(force sonore) sensation auditive liée à la pression acoustique et à la structure du son. Pour une même pression acoustique, la sonie varie avec la fréquence: la sensibilité maximale de l'oreille se situe entre I.000 et 6.000 Hz.
- Timbre: caractère de la sensation auditive permettant de distin-

guer divers sons complexes de même fréquence fondamentale, mais de compositions spectrales différentes.

On mesure la sensation auditive à l'aide de sonomètres, et les fluctuations de niveau grâce à la spectrométrie.

Par ailleurs, pour dépister les surdités dues au bruit et étudier la fatigue auditive, il est nécessaire de pouvoir effectuer un examen clinique otologique ainsi que des mesures de l'audition dans des conditions standardisées (acoumétrie, audiométrie).

On ne peut dissocier le son et le bruit d'un jugement de valeur porté par l'individu qui entend: leur caractère subjectif tient davantage à la personnalité du sujet, à son passé vécu et à ses conditions du phénomène physique en cause; au-delà du seuil douloureux, tous les bruits sont insupportables à tout le monde.

Le bruit est un sous-produit énergétique: plus une civilisation produit de l'énergie, plus elle risque d'être bruyante. C'est le propre d'une société évoluée de dominer son bruit en l'atténuant.

C) Effets physiologiques du bruit.

I) Effets spécifiques.

Ils s'exercent au niveau de l'oreille et des de la voie auditive principale et peuvent être directement rattachés aux composantes physiques du bruit: fréquence, intensité, durée.

a) effet de masque.

tient au fait que certains bruits peuvent réduire la sonie, c'est-à-dire l'intensité subjective perçue pour d'autres bruits contemporains; un son grave masque un son plus aigu, un bruit "blanc" masque les sons purs. Ceci tient au fait qu'un potentiel donné éveille des potentiels microphoniques non seulement au niveau des cellules cochléaires intéressées par la fréquence en cause mais aussi dans les bandes de fréquences plus élevées.

Le bruit détermine ainsi une perte d'intelligibilité de la

parole et nous prive ainsi d'une source d'information essentielle, que ce soit dans l'exercice d'un métier ou dans la vie courante.

b) La sensation auditive ne s'installe pas et ne s'éteint pas d'emblée; elle met 10 à 20 millisecondes pour atteindre son plein niveau, pour se modifier ou pour disparaître. Ce retard est dû aux délais de transmission centripète des influx, et surtout à leur intégration au niveau du cortex; le décalage global varie avec les sujets et les conditions générales et, notamment, avec l'intensité pour atteindre parfois 1/2 s et même davantage.

c) Adaptation et accommodation auditives,
liées au fonctionnement des muscles ostéculaires, à la régulation des diverses réponses et à l'équilibration des échanges physico-chimiques dans l'oreille interne, mais encore à l'installation des influx dans la voie auditive principale, ainsi qu'à leur diffusion au niveau des divers neurones.

d) fatigue auditive.
phénomène purement sensoriel, doit être distinguée de la fatigue générale provoquée par les bruits; elle est caractérisée par une augmentation du seuil de réponse de l'oreille que l'on peut objectiver sur l'audiogramme.

Les sons aigus sont fatigants, la zone la plus sensible se trouvant autour de la fréquence de 4.000 Hz.

La récupération du niveau normal de perception, qui est de l'ordre de la minute, peut demander plusieurs jours en cas de bruit intense et prolongé: c'est vers 4.000 Hz qu'elle est plus lente.

La fatigue auditive s'accompagne de "recrutement" (un nombre accru de fibres auditives est recruté pour transmettre les influx et percevoir les sons) et de diplacousie (la perception des fréquences est altérée).

La fatigue siège dans les cellules ciliées de l'oreille interne.

2) Effets non spécifiques,
tiennent à l'ébranlement mécanique du bruit et des variations associées sur des organes indépendants de l'oreille tels que la

peau, les viscères, le périoste, l'os. Nous y reviendrons plus loin à propos de la pathologie.

D) Effets pathologiques du bruit.

I) Effets spécifiques: surdités professionnelles.

Le traumatisme acoustique est marqué par une perte définitive et irréversible de l'audition accompagnée de troubles associés: bourdonnements, tintements, sifflements d'oreille, modification de la sensation auditive, qui prend un caractère ouaté ou métallique.

Il est objectivé sur l'audiogramme par quelques caractères qui n'ont qu'une valeur statique et ne correspondent pas, loin de là, à tous les cas.

- Perte de l'audition dans une bande de fréquences plus ou moins larges aux alentours de 4.000 Hz; la lacune totale prend ainsi une forme de V ou de U.
- Parallélisme entre les courbes audiométriques par conduction aérienne et osseuse du son.
- Présence de recrutement et de diplacousie.
- Atteinte symétrique et irréversible des deux oreilles.

Les principales difficultés d'appréciation des surdités professionnelles sont les suivantes:

a) la présomption d'origine étant acquise à la victime de toute maladie professionnelle, tout au moins en France, il va devenir indispensable à l'employeur, dans les industries bruyantes visées par la loi, d'établir à l'embauche un bilan complet avec audiogramme, non seulement pour protéger les travailleurs contre le bruit, mais aussi pour éviter les revendications injustifiées.

b) les surdités d'oreille interne, qu'elles soient médicamenteuses séniles ou traumatiques, relèvent toutes de la même dégénérescence des cellules sensorielles et du nerf.

c) lorsque le bruit traumatisant se restreint à une bande dont on peut apprécier la fréquence moyenne sur le spectre sonore, il se comporte comme un son pur, et détermine un déficit initial qui

va se situer à I/2 octave au-dessous de cette fréquence pour s'élargir ensuite vers les fréquences aigües. Ce type de bruit ne s'observe que dans des cas très particuliers, pour les turbo-réacteurs par exemple ; la plupart du temps, les bruits industriels ont un spectre continu.

d) la presbyacousie s'imbrique doublement avec la surdité traumatique. D'une part, l'âge abaisse le seuil auditif des hautes fréquences, d'autre part, les sujets qui vivent depuis longtemps dans le bruit traumatisant prennent aussi de l'âge, mais leur oreille subit un vieillissement accéléré.

Donc:

- d'une manière générale il semble que le traumatisme auditif commence aux alentours de 4.000 Hz avec un déficit assez faible de 20 à 30 db.

- si l'exposition au bruit se prolonge pendant plusieurs années, l'extension se fait vers les hautes fréquences et plus lentement vers les basses fréquences; le V s'élargit sous la forme d'un U, plus ou moins étalé.

- la perte d'intelligibilité du langage commence à se manifester dès que les fréquences aigües sont largement touchées.

- la surdité traumatique n'est pas évolutive par elle-même; elle s'aggrave si le sujet reste dans le bruit traumatisant, et elle se stabilise au niveau atteint si le sujet est écarté du bruit.

- finalement, c'est en rapprochant très soigneusement les spectres du bruit en cause et les bilans auditifs et audiométriques des sujets, pris régulièrement depuis l'embauche, que l'on parviendra à prouver le caractère professionnel d'une surdité.

Ceci dit, on aura toujours intérêt à faire de l'insonorisation et de l'atténuation du bruit, si l'on est vraiment soucieux de la santé du personnel.

Le décret du 10/4/1963 reconnaît comme maladie professionnelle la surdité provoquée par l'emboutissage, l'estampage, le martelage et le rivetage des métaux par percussion, par le tissage sur métiers à navettes battantes, par la mise au point des propulseurs et des moteurs à piston .

La valeur minimale du déficit audiométrique doit être d'au moins 35 décibels. La lésion professionnelle est irréversible, mais elle ne peut être exactement appréciée q'après disparition de la fatigue auditive qui lui est surajoutée.

La durée minimale de l'exposition au risque est de 30 jours pour la mise au point des propulseurs, réacteurs et moteurs. Le délai de prise en charge est de trois mois.

2) Effets non spécifiques: troubles généraux.

Tandis que les effets spécifiques du bruit se manifestent au niveau du premier neurone des voies acoustiques, les effets non spécifiques se passent au niveau des neurones supérieurs.

Les troubles généraux dûs au bruit constituent un domaine difficile et discuté: nous rapporterons, très résumées, les opinions dominantes.

a) action sur le labyrinthe.

Les vibrations sonores intenses agissent sur les organes de l'équilibration: canaux semi-circulaires, utricule et surtout saccule.

Lorsque l'on pénètre dans un banc d'essai de propulseur d'avion, on se trouve plongé dans un véritable bain de vibrations. L'oreille étant saturée, on "entend des bruits" dans l'abdomen et tout l'organisme; des phénomènes de résonance agitent les viscères thoraciques et abdominaux ainsi que les globes oculaires et les structures de la face et du crâne. Les vertiges ressentis peuvent aller jusqu'à la nausée.

Ce cas montre bien que l'action des bruits intenses est global et s'étend à tout le corps.

b) action psychologique, physiologique et psychomatique.

Le vrai problème siège dans l'imprégnation sournoise et quotidienne par le bruit. On comprend mieux l'action néfaste et globale du bruit en se référant aux données psychophysiologiques.

- d'une part, la voie auditive principale qui remonte vers l'aire acoustique délègue au niveau de chaque neurone de nombreuses connexions "horizontales" vers les structures de la vie végétative et affective.

- d'autre part, l'audition apparaît comme un sens d'alarme toujours en éveil. Le bruit tend:

. à augmenter puis à disperser la vigilance.

. à accroître le tonus sympathique.

. à préparer le sujet à la défense ou à l'attaque.

. à mobiliser les substrats énergétiques destinés au mouvement volontaire de la musculature striée.

C'est dans la vie mentale instinctuelle et prélogique qu'il convient de rechercher les effets du bruit, beaucoup plus qu'au niveau de la conscience claire et pragmatique, où le bruit provoque le plus souvent des résultats paradoxaux en facilitant les tâches, tout au moins d'une manière temporaire.

Le bruit mobilise les pulsions et l'agressivité, et il crée l'anxiété: l'activation réticulaire et sympathique prépare une réponse musculaire qui devra se montrer à la fois utile et libératoire. L'absence de réponse motrice engendrera l'incomplétude et la frustration.

- Les effets non spécifiques du bruit ont été étudiés par un grand nombre de chercheurs, tant au laboratoire que chez l'homme, et ils portent sur les systèmes et les organes les plus variés.

. sur le système autonome avec un effet de type adrénergique.

. sur le système endocrinien, où apparaissent une activation du secteur corticotrope de l'antéhypophyse et du cortex surrénal, avec baisse des éosinophiles circulant, augmentation des I7- hydroxycorticoïdes plasmatiques et de l'élimination de l'aldostérone, ainsi que des perturbations du secteur gonadotrope avec, soit involution utérine, soit oestrus continu.

. sur le système nerveux de relation et le psychisme: troubles de la vigilance, fatigue centrale, action sur le rendement, augmentation de l'excitabilité neuromusculaire, action convulsivante et crise audiogène chez l'animal prédisposé, et parfois chez l'homme.

. sur les grandes fonctions: respiration, coeur et circulation, motricité et digestion, métabolisme, actions que l'on peut en grande partie rattacher à des effets autonomiques ou endocriniens

E) Problème des ultra-sons.

Si l'on a surestimé un moment les effets des ultra-sons produits par les réacteurs d'aviation et les machines bruyantes du monde moderne, effets qui ne se montrent jamais mortels pour l'homme, on connaît encore mal la part qu'ils ont à la longue dans l'usure existentielle.

L'action des ultra-sons sur les organismes vivants tient, d'une part, à quelques particularités physiques, notamment à leur directivité (on peut les concentrer), aux accélérations énormes qu'ils communiquent aux particules et à leurs effets secondaires de cavitation dans les milieux liquides; d' autre part, au fait qu'il n'existe pas chez l'homme de récepteur sensoriel spécifique des ultra-sons et que, par conséquent, les effets ne sont pas associés à une perception immédiate.

I) Propriétés physiques.

a) Il n'existe aucune différence de nature entre son et ultra-son, ce dernier étant simplement une vibration acoustique de fréquence trop élevée pour éveiller une sensation acoustique.

On est conduit à utiliser des vibrations ultra-sonores pour l'homme, qui sont parfaitement audibles pour l'animal et qui ne constituent pas pour lui des ultra-sons.

b) Les lois de l'acoustique physique sont applicables aux ultra-sons.

- Leur vitesse de propagation est sensiblement la même que celle des sons: elle varie suivant les milieux, en fonction de leur coefficient de copressibilité et de leur masse spécifique.

Dans les conditions normales, la vitesse de propagation dans l'air est de 331 m/s, dans l'eau de I.500 m/s, dans l'acier ou le verre de 4.500 m/s. 1
Les organismes vivants (le corps humain en particulier) ont une constitution hétérogène, où les vitesses de propagation varient beaucoup suivant qu'on a affaire à des solides (os), à des liquides contenant ou non des substances en suspension, ou à des gaz.

- Lorsque la vibration arrive à la surface de séparation de deux milieux dans lesquels les vitesse de propagation sont très différentes, elle est réfléchie plus ou moins complètement.

- Au fur et à mesure qu' on s'éloigne de la source d'ultra-sons, l'amplitude vibratoire diminue par suite de pertes d'énergie qui sont dues au coefficient d'absorption du milieu, à la vitesse de propagation et à la fréquence de la vibration.

En pratique, la partie des ultra-sons d'une fréquence supérieure à 100 kc/s est donc faible.

- On peut diriger un rayonnement ultra-sonore d'autant mieux que sa fréquence est grande; on obtient ainsi un faisceau cylindrique ou convergent, avec une concentration d'énergie élevée.

- Les notions classiques de pression acoustique, de [illegible] pression de radiation, d'énergie, de puissance, etc... sont applicables aux ultra-sons, mais l'accélération des particules dans le milieu vibrant prend avec eux une valeur extrêmement élevée.

2) Production des ulra-sons.

Les sources naturelles qui existent dans le monde vivant (insectes, chauves-souris, etc...) ne mettent en jeu que des énergies vibratoires très faibles.

Les appareils producteurs d'ultra-sons dont on se sert en laboratoire utilisent comme sources:

- des quartz piezo-électriques.
- des céramiques piezo-électriques.
- des appareils à magnéto-striction qui produisent des ultra-sons de basse fréquence.

Ces sources sont utilisées pour produire des ultra-sons en milieu liquide ou solide. On obtient des réactions physiques, chimiques et biologiques intenses mais limitées à une zone très restreinte.

Au moment où sont apparues les sources d'ultra-sons aériens importantes, on a craint de voir se généraliser les effets dangereux des ultra-sons, mais l'expérience a montré que ces risques étaient limités.

Les sources artificielles concernent des machines qui ne sont pas destinées à produire des ultra-sons, mais où ces vibrations

apparaissent à titre de parasites; c'est ici que les ultra-sons intéressent la Médecine du Travail.

L'industrie met en jeu des énergies vibratoires considérables, soit que des pièces métalliques entrent en friction, soit que des veines gazeuses entrent en vibration.

Les ultra-sons nous environnent dans la vie courante; il a été observé des ultra-sons dans le spectre acoustique de nombreuses machines-outils et de propulseurs d'aviation.

D'une manière générale, plus une machine met en jeu d'énergie mécanique, et plus elle risque de dispenser de l'énergie acoustique. De même, plus un bruit est intense, plus il a tendance à s'enrichir en composants inaudibles aux deux extrémités de son spectre (infra-rouges et ultra-sons).

Inversement, il n'existe pas encore de source d'ultra-sons aériens absolument purs; on a peu de chance de se trouver en présence d'un rayonnement ultra-sonore intense dans l'air, sans en être informé par la présence de sons audibles associés.

3) Action physique des ultra-sons dans le milieu vibrant.

a) Dans tout milieu vibrant élastique, la source sonore ou ultra-sonore détermine une compression périodique du fluide qui l'entoure; dans le cas des ultra-sons, l'amplitude d'accélération devient considérable et du même ordre de grandeur que celle des machines super-centrifuges.

b) Si l'énergie est suffisante, les ultra-sons provoquent en milieu liquide des phénomènes de cavitation qui se manifestent par l'apparition de petites bulles animées de mouvements rapides et irréguliers. Il s'agit de phénomènes explosifs qui mettent en jeu des pressions considérables.

c) Enfin, le milieu de propagation s'échauffe sous l'influence de l'énergie vibratoire. On distingue l'échauffement normal ou d'absorption, et l'échauffement de friction, qui se produit aux discontinuités du milieu et résulte du frottement aux interfaces.

4) Effets chimiques des ultra-sons.

Conservés de préférence en milieu liquide, et liés surtout à la cavitation, les effets chimiques des ultra-sons sont les suivants:

a) Phénomènes d'oxydation en milieu aqueux, qui tiennent à la présence d'oxygène, et à la cavitation du liquide.

b) Fragmentation ou dispersion de suspensions.

c) Dépolymérisation de composés hautement polymérisés: amidon, gélatine, acide hyaluronique et chondroïtine sulfurique de la substance fondamentale.

d) Liquéfaction de certains gels, ou inversement formation de systèmes colloïdaux.

e) Dénaturation des protéines.

5) Action biologique des ultra-sons.

L'action biologique des ultra-sons est différente si on l'envisage au laboratoire ou en pratique.

a) Aspect expérimental.

Les effets sont différents suivant la nature du milieu où ils se propagent.

- en milieu liquide.

suivant l'intensité et la concentration, on note des mouvements tourbillonnaires des cellules en suspension ou à l'intérieur des cellules, un brassage et un remaniement protoplasmique, l'éclatement des cellules, l'hémolyse des hématies, la dilacération des tissus et la mort des petits organismes vivants.

- par propagation directe en milieu solide.

L'application d'un vibrateur ultrasonore puissant sur les téguments provoque chez l'animal la mort rapide, les effets dominants étant des brûlures et des destructions tissulaires au voisinage de la porte d'entrée, et l'élévation de la température centrale.

- par voie aérienne.

. des ultra-sons extrêmement intenses (160 à 170 dB à 25 kc/s) appliqués sur des surfaces cutanées étendues provoquent la mort des animaux.

. des niveaux ultra-sonores moins élevés (130 dB à 25 ou

50 kc/s) font apparaître des effets plus nuancés; on observe alors une augmentation rapide mais temporaire des éosinophiles sanguins qui fait place par la suite à une éosinopénie des effets de caractère sympathique (tachycardie, augmentation de la tension artérielle), une hyperactivité du système endocrinien au type réaction d'alarme qui reste toutefois dans les limites physiologiques.

Ainsi, l'action expérimentale des ultra-sons sur les animaux supérieurs et sur l'homme se réduit à deux phénomènes:

- action spécifique: effets mécaniques (destructions tissulaires) et thermiques (élévation de la température locale et générale).

- action non spécifique s'étendant à distance par les voies nerveuses ou humorales.

Ces deux sortes d'actions sont imbriquées suivant la quantité d'énergie en cause: lorsque l'énergie ultra-sonore est considérable, l'action spécifique domine alors que l'on voit apparaître les effets non spécifiques pour des intensités moins fortes.

b) Aspect pratique.

Le problème des ultra-sons en médecine du travail peut être résumé ainsi:

- Les dangers des ultra-sons en milieu liquide sont pratiquement inexistants pour l'homme.
- en milieu solide, on peut admettre un contact direct avec une machine émettant des ultra-sons parasites ou une propagation à travers des solides, les ultra-sons qui pénètrent dans l'organisme pouvant être responsables d'effets non spécifiques.
- en milieu aérien, les ultra-sons proches se propagent, mais une partie de l'énergie est réfléchie ou absorbée par les vêtements.

Les niveaux ultra-sonores en cause ne risquent donc pas de provoquer ni la mort, ni les brûlures, ni les destructions mécaniques des tissus, mais seulement des effets non spécifiques qui se confondent en partie avec ceux des bruits associés et qui sont difficilement séparables.

En pratique, bien qu'ils ne soient pas mortels, les ultra-sons

qui nous entourent ne doivent pas être négligés.

III) ORGANISATION DU TRAVAIL, CADENCE, AUTOMATION.

A) Evolution des formes de travail.

Le travail humain a traversé trois stades historiques et physiologiques: travail musculaire, travail mécanisé, travail automatisé.

- Dans le premier stade, le muscle est le moteur; la tâche est artisanale ou familiale.

- Puis la vapeur est introduite comme source d'énergie et les premières machines prennent en charge certaines séquences gestuelles de l'homme au travail.

L'usine apparaît ensuite, et la réglementation du travail industriel s'élabore en dépit de nombreuses vicissitudes.

- Enfin, les séquences de machines se soudent, la production tend à devenir automatique, c'est l'automation: l'homme n'est plus chargé que d'un programme et d'une surveillance. Dans cette ère à peine entamée, la place de l'homme vis-à-vis de la machine n'est pas encore définie clairement.

Parallèlement, la fatigue, d'abord musculaire, tend à devenir une fatigue "industrielle", pour prendre enfin son visage actuel qu'il s'agit de tracer: fatigue nerveuse, pseudonévroses et névroses du travail.

Les physiologistes, les psychologues, les sociologues et les médecins du travail, les organisations syndicales et patronales, les grandes structures internationales (Bureau International du Travail , UNESCO, OMS) se sont penchés sur ces problèmes. Le terme d'"automation" s'emploie de plus en plus pour désigner certaines formes nouvelles de mécanisation du travail qui confèrent progressivement à des dispositifs automatiques des fonctions précédemment remplies par des êtres humains.

I) L'automation recouvre en fait trois courants principaux de progrès technique.

a) L'automation moyen de transfert, appelée aussi automation

de Détroit, en hommage à l'industrie automobile américaine qui l'a développée la première, peut être définie comme " l'extension des possibilites de la mécanisation grâce aux dispositifs de transfert qui relient entre elles les machines-outils des chaînes automatiques de fabrication, grâce aussi aux progrès des techniques de manutention des matières et des produits, et au perfectionnement des procédés d'assemblage des éléments".

b) L'automation moyen de commande est le "développement rapide des techniques de commande automatique des processus de fabrication et d'application de ces techniques à des industries de plus en plus nombreuses."

c) L'automation moyen de calcul "est constituée par l'utilisation rapide et automatique d'informations techniques et commerciales de plus en plus étendues grâce aux calculatrices électroniques qui permettent d'appliquer les méthodes de commande automatique à des opérations complexes de fabrication et au travail commercial de bureau".

Le premier type d'automation constitue une automatisation du travail à la chaîne; le second, ~~conçu/le~~ selon principe de la rétroaction automatique renvoie dans un système mécanique une information, afin que se deroule un programme préétabli. Tous deux restent du domaine industriel.

Le troisieme type est beaucoup plus ambitieux et se calque sur le fonctionnement du cerveau humain pour traiter des opérations de bureau, d'exploitation ou d'étude, pour coordonner et analyser des informations administratives; il tend à se projeter dans l'ave- sous forme de recherche opérationnelle et prospective.

2) L'évolution technologique et industrielle peut, de manière générale, adopter deux modes:
- une forme progressive et continue ou l'innovation n'est que partielle et se borne à perfectionner la technique existante sans la modifier fondamentalement.
- une forme discontinue où l'évolution fait un brusque saut en avant; il s'agit alors d'une véritable révolution qui bouleverse

de fond en comble non seulement la technique en cause, mais aussi à plus ou moins longue échéance le statut des opérateurs, leur manière de penser et de vivre, et parfois même la condition humaine en général.

3) Différents modes d'automation.

- L'automation intégrale n'a encore touché qu'un petit nombre d'industries, elle n'intéresse qu'environ 10% de la main-d'oeuvre: minoteries, raffineries de pétrole, verreries, cimenteries, usines chimiques et alimentaires, centrales thermiques et hydrauliques; l'industrie atomique ne se conçoit pas sans automation intégrale.

Paradoxalement, c'est souvent dans les pays sous-développés que l'automation intégrale s'est implantée: le premier équipement industriel adopté étant d'emblée le plus moderne.

On citera aussi comme types d'installations automatiques: les systèmes de signalisation, d'aiguillage et de sécurité à la S.N.C.F., le réenclenchement automatique des lignes à haute tension, l'oblitération et le tri des lettres aux P.T.T.

- L'automation à 75% concerne I/5 de la main d'oeuvre; elle touche les aciéries, l'industrie automobile, les ateliers de montage de radio et de télévision, les fabriques de meubles, les grands magasins, les transports.

- Les activités les plus réfractaires à l'automation sont l'agriculture, le bâtiment et les travaux publics.

4) Avantages et inconvénients économico-sociaux de l'automation.

. Sans entrer dans le détail, l'automation comporte, du point de vue économique des avantages et des nécessités mais aussi des servitudes:

- Avantages: possibilité de produire davantage à meilleur prix, permet de toucher une clientèle plus grande, d'équiper le tiers monde.

- Servitudes d'ordre financier: matériel coûteux, prix exorbitant des arrêts de production, fragilité technique et sociale.

- Servitudes d'ordre structurel: nécessité de concentrer la production, élimination des entreprises marginales.

. Du point de vue social et humain, l'automatisation n'a pas été conçue dans le seul but d'alléger la tâche des hommes, bien qu'elle aille dans le sens général d'une amélioration des conditions de travail; elle a été plutôt induite par des considérations économiques et de productivité qui ne sont liées qu'indirectement au bien-être du travailleur.

. Du point de vue de l'équilibre social et humain, l'automation constitue une véritable mutation de l'évolution technologique qui doit transformer nos modes de pensée.

B) Préparation et programmation du travail automatisé: les cartes perforées.

Avec l'automation, l'être humain devient le contrôleur et le dépanneur de machines qui marchent toutes seules. Ces machines nécessitent également des inventeurs, des constructeurs: tout un monde d'affaires autour d'elles, ce qui crée une multiplicité d'emplois nouveaux.

Le pivot de cette activité est constitué par l'opératrice en perforation: cette spécialité s'apprend en quelques semaines. Le métier est répétitif et monotone et exige des cadences très rapides (10.000 frappes à l'heure).

Ce métier typique montre l'imbrication de l'opératrice dans sa machine, nécessite une etude serrée des relations humaines: suivant l'attitude de la monitrice, la tâche sera rebutante ou favorablement acceptée. Le métier nécessite de bonnes coordinations sensorielles et sensorimotrices et le travail musculaire y joue un rôle important. L'énergie mécanique dépensée est faible au début du travail, mais elle ne tarde pas à augmenter avec la fatigue.

La gymnastique de pause se montre ici un remarquable moyen de détente encore insuffisamment utilisé (l'introduction de la gymnastique de pause aurait réduit l'absentéisme au tiers

de sa valeur dans une grande entreprise).

C) Répercussions physiques et mentales sur le travailleur.

On observe deux types de réactions du travailleur face à une technologie entièrement nouvelle: des réactions d'ordre affectif faites d'appréhensions vis-à-vis de risques inconnus et comportant de ce fait une part imaginaire ou mythique, et des réactions rationnelles de reconversion des activités. Ces réactions constituent des facteurs de tension physiologique, psychologique et sociale.

Face à toute innovation, qu'elle soit technologique, sociale ou administrative, le travailleur se sent en état d'insecurité: appréhension du risque matériel lié à la situation inconnue ou à un niveau supérieur de la remise en question de son statut ou de son emploi.

L'avènement de l'automation peut être envisagé de deux manières:
- l'une optimiste suivant laquelle on verrait s'élever de manière rapide et considérable le niveau de vie, diminuer le temps de travail et se créer de nouveaux emplois techniques et administratifs qui l'emporteraient sur la disparition d'emplois non spécialisés.

- l'autre pessimiste selon laquelle l'automation comporte des risques supposés ou imaginaires: saturation de la demande, raréfaction de l'emploi, écrasement de l'homme par la machine, sentiment exagéré des répercussions sur la vie de l'individu et de la famille.

Il convient de noter que l'automation comporte aussi des servitudes humaines et sociales réelles où l'on voit surgir plusieurs motifs de tension et de fatigue.

I) Servitudes humaines de l'automation.

a) Nécessité de réadapter l'ouvrier habitué jusque là à des tâches plus manuelles.

L'automation est caractérisée en effet par une réduction de

l'activité physique et un accroissement des stimuli sensoriels, de l'attention, par une augmentation des responsabilités.

Il faut empêcher au travailleur d'avoir le sentiment de n'être qu'un prolongement de la machine.

b) <u>Le caractère abstrait du travail.</u>

Il procède de l'absence de contact direct avec la machine ou le produit fabriqué. Cette relation sera mal acceptée par les sujets habitués à une grande activité physique, qui se sentiront alors en proie au désoeuvrement ou à l'anxiété.

c) <u>Augmentation des responsabilités.</u>

C'est une importante conséquence de l'automation. La responsabilité confiée à l'opérateur sera plus ou moins bien tolérée.

d) <u>L'automation réclame une grande attention.</u>

- <u>une attention soutenue</u> est nécessaire dans le travail automatisé. Il s'agit de guetter l'apparition de signaux rares, séparés par des durées longues qui évoquent des incidents critiques et qui nécessitent une riposte immédiate. Cette véritable "attente anxieuse de l'incident" s'aggrave parfois d'une surcharge sensorielle: l'anxiété se double alors d'une charge de perception inutile. Enfin, l'attente peut se faire avec un travail musculaire statique beaucoup plus fatigant que l'effort dynamique.

- <u>une attention subliminaire ou de surface</u>. Elle s'adresse plutôt à la marche générale de la machine. Alors que l'erreur technique, la pièce manquée, tiennent surtout au déficit de l'attention soutenue, l'accident du travail est lié davantage à l'attention de surface.

Dans l'automation, les deux formes d'attention risquent d'être compromises par la monotonie et l'absence prolongée d'information. Il peut en résulter un sentiment de malaise et d'anxiété.

e) <u>La nécessité de soutenir l'attention est aggravée par une absence de décharge motrice.</u>

L'homme est ainsi constitué, qu'il augmente ses efforts d'at-

tention au moment même où il se prépare à mouvoir ses muscles. L'automation, en réduisant l'activité motrice inhibe du même coup la décharge affective qui accompagne l'exécution du mouvement. Il en résulte de multiples conséquences: augmentation de la tension nerveuse et de la fatigue, hypertonie des masses musculaires dorsales et lombaires responsable de dorsalgies et de lombalgies, dérivation de la tension nerveuse dans le domaine viscéral et apparition de maladies psychosomatiques (HTA, ulcères digestifs, ...).

f) L'automation diminue les contacts sociaux et provoque l'isolement.

La diminution de la densité de main-doeuvre par unité de surface, le fait que l'opérateur aux prises avec son tableau de contrôle soit empêché de communiquer avec autrui créent donc une solitude aggravée par l'absence d'activité musculaire.

Les rapports hiérarchiques se trouvent également modifiés, les liaisons de dépendance tendant à n'être plus que techniques.

g) L'automation tend à dépersonnaliser le travail.

L'automation intégrale est préférable à l'automation incomplète qui fait intervenir de manière mécanique l'opérateur, mais il est utile que le sujet ait connaissance du résultat global et du travail fini.

h) L'automation, rendant le travail solitaire, va rompre l'equipe de travail.

L'équipe pourra se reconstituer sur un plan d'activité, les discussions portant sur un programme; mais ceci nécessitera un perfectionnement de l'instruction, du pouvoir de réflexion et d'abstraction difficile à accepter de la part des sujets purement manuels.

La constitution du groupe de travail demandera de grands soins, d'où l'importance des problemes de psychologie de groupe.

i) Les capacités d'adaptation du sujet sont donc mises à rude épreuve par l'automation.

Les capacites d'adaptation sont variables avec les sujets mais aussi avec les degrés de culture et d'instruction et diminuent en général avec l'âge.

On peut donc s'attendre à ce que l'automation éprouve surtout les travailleurs manuels les plus âgés et les moins accessibles à la formation complémentaire.

Ainsi que le note l'OMS, l'automation risque davantage de bouleverser les sujets d'origine rurale, liés à un mode de vie traditionnel que les populations depuis longtemps familiarisées avec le changement technologique.

On insistera sur le fait que la réadaptation va toucher non seulement l'opérateur mais aussi les cadres et les dirigeants.

La culture générale est un gage précieux de plasticité dans l'adaptation, elle s'impose à tous les niveaux. Elle peut être acquise par des stages en cours de carrière ou par une formation post-universitaire.

2) Servitudes sociales de l'automation.

Dans le domaine social, les contraintes agissent directement sur l'individu et sur le micro-groupe que constitue l'équipe de travail, mais, au-delà, leur action se répercute indirectement sur l'individu et sa famille à travers les modifications sociales beaucoup plus larges.

a) L'industrie moderne demande de nouvelles implantations.

La matière et la main-d'oeuvre vont aller à la recherche l'une de l'autre, non plus dans les régions urbaines déjà constituées mais dans de nouvelles zones à créer. Dès lors, les hommes se déplacent non seulement d'une ville à l'autre, mais d'un pays à l'autre.

b) Ces mouvements complexes de personnes risquent de provoquer l'isolement de petits groupes humains hétérogènes, ce qui va

entraîner des confrontations et des frottements et nécessiter l'évolution de l'un des groupes -le moins évolué- pour qu'il atteigne le niveau de l'autre. Ces difficultés constituent des facteurs nocifs connus de pathologie mentale, et ce problème est fort préoccupant à notre époque.

c) <u>D'autres problèmes de la vie moderne</u> surgissent à cette occasion:

- Problèmes des barrières culturelles et linguistiques,
- Problèmes d'urbanisation : les communautés étrangères abandonnent difficilement leur mode de vie familial, leurs coutumes, leur religion et même leur alimentation.
- Problèmes d'habitat: le travailleur recherche un cadre de vie "pour soi" où il peut retrouver les siens.
- Problèmes d'organisation des loisirs: le travail automatisé demande des connaissances générales plus étendues; par contre, il est pauvre en dépense musculaire. Le complément de cette forme de travail ne pourra se constituer qu'en pratiquant le sport, l'exercice musculaire et les activités de plein air.
- L'automation risque de dégénéraliser le travail continu par équipe.
- L'automation tend vers une diminution des heures de travail et une augmentation des salaires.

3) <u>Conséquences de l'automation sur la santé.</u>

Après avoir envisagé les diverses répercussions personnelles et inter-personnelles de l'automation sur le travail, il reste à voir quels sont les troubles physiopathologiques déjà observés.

a) <u>facteurs positifs.</u>

De l'avis général, l'automation diminue les accidents du travail. Elle améliore les conditions d'hygiène physique en allégeant les risques toxiques, d'irritation et radioactifs; elle décharge la pathologie du travail et allège la fatigue physique.

b) <u>facteurs négatifs.</u>

Mais, inversement, l'automation semble apporter de nouveaux facteurs de contrainte:

- la tension nerveuse est accrue.
- plusieurs témoignages sont en faveur de l'augmentation des ulcères gastro-duodénaux et des maladies psychosomatiques.

Une surveillance médicale étroite est nécessaire malgré le manque apparent de risques: cette surveillance doit être tout particulièrement orientée vers les problèmes de santé mentale.

L'étude des troubles provoqués par l'automation se heurte à de nombreuses difficultés. En effet, il est malaisé de séparer ce qui revient à la pathologie des horaires et à la pathologie de l'automation elle-même.

Enfin, l'ergonomie des postes de travail en automation doit être particulièrement poussée ainsi que nous le verrons dans le chapitre suivant.

IV) ERGONOMIE.

L'ergonomie peut être considérée comme un développement appliqué de la physiologie et de la psychologie du travail. Elle est habituellement définie comme étant la science de l'adaptation du travail à l'homme.

La science ergonomique a dû être créée par une conjonction de possibilités scientifiques et d'impératifs socio-économiques.

A) Ergonomie au poste de travail.

Après avoir analysé l'homme, une autre difficulté va tenir à l'analyse du travail lui-même; il conviendra de réaliser les adaptations réciproques du complexe "homme-machine" grâce à la collaboration des multiples techniques de l'homme et de l'ingénieur. Toutes ces tâches sont abordées par l'Ergonomie.

On doit d'abord envisager l'ergonomie en fonction de l'homme à son poste de travail.

I) environnement physique et sensoriel.

L'opérateur reçoit des informations sensorielles provenant du travail ainsi que de l'environnement, mais aussi des consignes qu'il doit emmagasiner dans sa mémoire pour les utiliser au moment opportun.

Il faut que la masse des informations utiles l'emporte sur

les informations inutiles ou nuisibles.

2) activité nerveuse.

Elle est déclenchée par les différences sensorielles et doit aboutir soit au geste professionnel adéquat, soit au geste de défense contre l'accident.

a) le réflexe simple ne devient conscient qu'à postériori, il concerne surtout les gestes de défense, de retrait, de fuite qui n'interviennent guère que lorsqu'il y a danger.

b) l'activité automatique posturale est en partie inconsciente mais toujours contrôlée par la conscience et la volonté.

c) les ripostes automatiques associatives sont le propre de l'ouvrier confirmé: des schèmes moteurs adéquats s'acquièrent grâce à une longue habitude du métier.

On a vu que le travail exige l'engagement total de la personnalité consciente et inconsciente dans une situation vécue, ce qui peut réactiver, chez des personnalités mal structurées, des conflits profonds et faire apparaître l'angoisse.

L'ergonomie ouvre donc un champ de recherche extrêmement vaste; celui du travail moderne, avec la variété infinie de ses situations, celui des hommes avec leurs multiples problèmes personnels, aux prises avec ce travail.

Les sciences biologiques, qui apportent une contribution essentielle à l'ergonomie, sont: la physiologie, l'anthropométrie, la psychologie, l'hygiène, la toxicologie et la médecine du travail.

Parmi les sciences de l'ingénieur, on trouve la technologie et les méthodes d'analyse du travail.

Mais ce n'est pas seulement par l'extérieur qu'il convient d'adapter l'homme à la machine, c'est aussi par l'intérieur; il reste donc à faire une psychosomatique de la machine ainsi qu'une ergonomie conçue dans l'esprit psychosomatique.

B) Principes d'ergonomie.

L'ergonomie répond à quelques principes:

1) La machine n'est pas une éventualité inéluctable: toute machine peut être modifiée et perfectionnée à merci.

2) L'adaptation de l'homme à son milieu tient davantage à des modifications délibérées de ce milieu, qu'à des changements psychologiques ou physiologiques de l'homme lui-même, malgré sa plasticité.

3) L'ergonomie s'inscrit dans un mouvement qui va à l'inverse de celui des débuts de la recherche industrielle ou des premiers travaux sur l'organisation du travail (TAYLOR, GILBERTH): au lieu de perfectionner la machine et les temps de travail sans se soucier de leurs répercussions humaines, l'homme est pris comme centre de référence ergonomique, et la machine est modifiée en fonction de lui.

4) L'ergonomie préfère concevoir un équipement technique dont la marche n'oblige pas l'opérateur à dépasser ses limites, plutôt que de tenter d'adapter l'homme par voie de sélection ou d'apprentissage aux exigences de la machine.

5) Les applications de l'ergonomie doivent être résolues à la lumière de certains principes fondamentaux des sciences biologiques et des corrélations de base entre l'anatomie, l'anthropologie, la physiologie et la psychologie expérimentales.

6) L'ergonomie est une approche multidisciplinaire qui doit associer les techniciens des sciences biologiques, les ingénieurs chargés de concevoir les machines et les procédés de travail, ainsi que les travailleurs directement intéressés.

L'ergonomie a pris corps en 1949 en Angleterre, date de fondation de la Société de Recherches Ergonomiques. Une chaire d'Ergonomie a été instaurée en 1960 à l'Université de Liège .

Les conférences de Zurich (1959), de Bruxelles (1960) et le premier congrès international d'Ergonomie de Stockholm (1961) mettent l'accent sur les problèmes suivants:

- Travail musculaire de force.

- Aspects biométriques et biomécaniques de l'aménagement du poste de travail.

- Utilisation des informations sensorielles données par le processus de travail.

- Aménagement des dispositifs de commande.
- Eclairage.
- Bruit.
- Conditionnement d'air.
- Facteurs biologiques entrant en ligne de compte dans l'aménagement de l'horaire du travail.

L'ergonomie n'est donc pas une science en soi, elle utilise les méthodes scientifiques pour mesurer diverses réactions de l'être humain considéré dans sa totalité et aux prises avec la machine. Elle constitue une forme de recherche opérationnelle, appliquée à l'homme, c'est-à-dire une optimisation du complexe homme-machine. On peut finalement définir l'ergonomie comme l'"application des connaissances biologiques relevant de l'anatomie, de la physiologie, de la psychologie expérimentale, et de la médecine du travail , à l'étude du travail accompli: dans les meilleures conditions d'emploi; l'optimum de fonctionnement du complexe homme-machine sera ainsi réalisé grâce au maintien d'un équilibre convenable entre les charges et les capacités de travail du sujet. Ainsi, les besoins de la productivité seront conciliés avec les désirs et les moyens de l'homme et de la femme en vue de sauvegarder leur santé et leur dignité" (BURGER et DE JONG - Ergonomics, 1962, 5, I, 185).

C) Ergonomie et Analyse du Travail.

En pratique, il est bien souvent difficile de respecter l'équilibre entre les exigences de la productivité, les capacités réelles du sujet et les charges qu'il doit supporter. Pour apprécier aussi objectivement que possible les charges, une analyse très fine du travail est nécessaire.

L'analyse ergonomique, conduite dans un double esprit opérationnel et psychosomatique doit travailler dans quatre directions

en s'efforçant d'objectiver:

- Les charges physiques et psychologiques exercées sur le travailleur.

- La charge fonctionnelle ressentie en fait par lui selon sa personnalité.

- Les capacités de travail réelles du travailleur et leurs limites.

- La part du pouvoir fonctionnel absorbée par les charges de travail et la marge qui reste au sujet en vue de l'effort.

L'interprétation des résultats fera appel à des procédés mathématiques complexes (analyse factorielle, calcul matriciel, etc...).

Tout le contexte personnel du sujet sera confronté avec les facteurs technologiques de la tâche, mais aussi avec ceux de l'environnement physique, psychique et social; l'analyse se portera également vers les problèmes de la formation professionnelle et de l'encadrement. L'ergonomie laissera de côté les problèmes étrangers au travail tels que l'habitat, la vie de famille, etc..., qu'apportent d'autres charges.

L'analyse ergonomique distingue trois sortes de charge en général: physique, perceptuelle et mentale.

- les charges physiques qu'elles soient statiques ou dynamiques ont été étudiées au chapitre de la fatigue musculaire. La dépense d'énergie que pourra assurer un travailleur dépend de la capacité aérobie (consommation maximum d'oxygène), de la capacité physique de travail (dépense d'énergie qui peut être maintenue pendant le travail par un sujet ayant une capacité aérobie donnée), et également de la durée du travail, de l'âge et du poids corporel du sujet.

- Les charges perceptuelles peuvent être considérables même si elles ne mettent en oeuvre que des quantités d'énergie minimes, ainsi qu'on l'a vu à propos du bruit.

- Les charges mentales soulèvent le problème des "relations humaines" avec leur valeur affective, leur perception beaucoup plus diffuse et le rôle considérable qu'elles jouent à tous les niveaux de la personnalité, du groupe de travail et de l'entreprise.

On retrouve la notion éminemment personnelle du rôle telle

que nous l'avons discutée. A partir du moment où le sujet est véritablement "dans la peau" de son rôle, il devient possible de tracer la liste des facteurs à considérer chez lui pour une certaine tâche à accomplir.

On peut espérer à l'heure actuelle que l'approche ergonomique se développera dans les pays du Marché Commun, en profondeur et dans une plus grande unité de vues.

D) Ergonomie de l'automation.

L'automation, comme on l'a vu, est un stade de développement technologique qui consiste en un usage extensif et souvent simultané de la mécanisation et des procédés électroniques de mesure, de commande, de contrôle et de régulation.

L'automation comporte cinq catégories fonctionnelles:

- Régulation
- Surveillance et correction
- Manutention
- Entretien et dépannage
- Programmation

La sélection, la formation et l'aménagement des conditions de travail impliquent une ergonomie qui va se situer à divers niveaux.

- La sélection se fera en faveur des sujets les plus aptes à prendre une decision dans des situations complexes, possédant le sens des responsabilités et capables de maintenir un haut degré de vigilance.

- La formation va nécessiter l'entraînement du personnel sur des dispositifs simulateurs reconstituant le plus fidèlement possible les conditions des postes de travail, notamment dans le cas où l'arrêt de l'installation entraîne du danger ou des dépenses trop élevées.

- L'aménagement des conditions de travail portera sur les points principaux suivants:

1) Répartition optimum des fonctions entre la machine et l'homme
2) Présentation adéquate de l'information

3) Accessibilité et facilité de manoeuvre des organes
4) Ambiance compatible avec l'exercice des fonctions mentales
5) Présentation claire et rationnelle des consignes courantes ou exceptionnelles
6) Organisation des horaires des équipes et des tâches afin de maintenir la vigilance et d'éviter monotonie et isolement

Bien que l'automation soit loin d'être généralisée, et qu'il soit encore prématuré d'en faire le bilan global, il est nécessaire d'éduquer le public pour éviter au travailleur et à sa famille le choc de l'automation.

- L'éducation du travailleur sera orientée vers les quatre cnséquences possibles de l'automation sur la santé physique et mentale:

I) l'accroissement des responsabilités dans une ambiance monotone va nécessiter à la fois une sélection des sujets les plus aptes et une préparation psychologique des autres.

2) l'attention soutenue sans décharge motrice suffisante sera compensée par le raccourcissement de la durée de travail, l'installation de salles de jeu et de détente, et enfin l'éducation physique et sportive pendant les loisirs.

3) le caractère solitaire du travail sera combattu grâce à un système souple de roulement qui améliorera les relations humaines.

4) la dépersonnalisation du travail sera compensée par des loisirs éducatifs librement choisis par le travailleur.

Toutes ces mesures dissipent les appréhensions et sont la marque du respect porté à la personne et à la dignité du travailleur.

V) LES RYTHMES DU TRAVAIL ET DE LA PERSONNALITE

Autrefois, les activités de l'homme étaient basées sur les rythmes solaires, dont les mythes et les religions idéalisaient la signification profonde.

La question des rythmes se présente sous un nouvel aspect avec l'apparition de l'ère industrielle et de la lumière artificielle,

qui, en allongeant la durée du jour, a permis le travail nocturne.

C'est essentiellement du rythme nycthéméral de l'homme dont il sera question. Cette modulation des fonctions et de la personnalité dans les 24 heures rejoint quatre problèmes pratiques: le travail de nuit, le travail par équipes continues, le travail à bord des avions intercontinentaux rapides et enfin le travail spatial ou cosmonautique.

D'une manière générale, tous les systèmes excitables, nerfs, muscles, glandes, sont le siège de phénomènes rythmiques. Ce sont eux aussi qui sont frappés de fatigue après un certain temps de fonctionnement.

A) Variations des systèmes biologiques

Les systèmes vivants passent par des phases alternatives d'activité élevée et d'activité basse. La notion de période caractérise ces phénomènes alternés: elle est de l'ordre d'une fraction de seconde pour l'excitabilité nerveuse, de 24 h pour les rythmes nycthéméraux des végétaux, des animaux et de l'homme, d'un mois pour le cycle menstruel féminin, d'un an pour les rythmes annuels d'activité sexuelle, d'hibernation, de migrations animales, etc...

On distingue des cycles endogènes appartenant en propre à l'organisme vivant et des cycles exogènes entraînés par des phénomènes periodiques extérieurs tels que l'alternance du jour et de la nuit.

I) Cycles endogènes.

Les cycles biologiques endogènes tiennent au fait que les systèmes vivants se comportent comme des oscillateurs.

a) Rétroaction: c'est le plus simple des oscillateurs biologiques, constitué par un système d'interrelations entre deux variables.

Rétroaction positive: lorsque chaque variable augmente l'action de l'autre.

Rétroaction négative: une variable va freiner l'autre et le système tendra vers le repos.

b) Servo-mécanisme: de nombreux types de servo-mécanismes existent chez les animaux supérieurs et chez l'homme: ils maintiennent le milieu intérieur à un certain niveau qui constitue l'homéostasie.

Ceci est vrai pour la glycémie, l'équilibre acido-basique du sang, les niveaux hormonaux, etc...

c) Oscillateurs à relaxation : ils comportent l'alternance d'un stockage lent d'énergie et d'une libération rapide: c'est le cas de la plupart des glandes secrétoires, des mitoses périodiques dans les populations cellulaires et les tissus, du cycle cardiaque, etc...

d) Les multiples oscillateurs de l'organismes agissent en interaction. On peut ainsi imaginer toutes les combinaisons possibles de cycles et de rythmes.

Parmi les phénomènes alternants dont la période est de 24h, on retrouve: les cycles de la fonction glycogénique du foie, de la lipogenèse, les cycles d'activité mitotique. L'hormone de croissance, protido-anabolisante aurait un maximum d'effet pendant la phase de repos et de sommeil. Inversement, les hormones protido-catabolisantes sont secrétées au moment de l'éveil.

On voit donc d'emblée que le rythme activité/repos, entraîné par l'alternance jour/nuit est sous-tendu aussi par l'alternance endogène du catabolisme et de l'anabolisme.

On peut se demander si les perturbations des rythmes ne constituent pas l'un des facteurs initiaux qui vont créer les cercles vicieux pathologiques et la perpétuité lésionnelle, phénomène suivant lequel la maladie va s'entretenir d'elle-même, en dépit de la disparition de la cause initiale.

2) Rythmes exogènes.

On réserve le terme de rythmes aux processus biologiques périodiques, à condition qu'ils soient entraînés par une variation régulière du milieu extérieur (cette variation étant l'alternance du jour et de la nuit pour les rythmes nycthéméraux).

Cet entraînement se fait à l'aide de servo-mécanismes végétatifs et hormonaux, qui ont pour but d'adapter l'organisme aux variations de l'environnement.

On peut alors considérer:

- des cycles endogènes, ou encore autonomes, qui n'ont pas besoin d'être synchronisés avec des variations périodiques du milieu extérieur.

- des rythmes éndogènes non-autonomes, qui peuvent éventuellement être entraînés par les variations du milieu pour se synchroniser avec elles.

- des rythmes exogènes vrais qui sont nécessairement entraînés par les variations externes, et qui sont toujours en synchronisme avec le milieu extérieur.

3) Rythme de la surrénale.

Le rôle du cortex surrénal paraît important parmi les agents de synchronisation; en effet, il se trouve chez l'homme au niveau de jonctions psychosomatiques et rythmiques capitales et il constitue une charnière entre les stimuli externes, et la vie du milieu intérieur.

Parmi ses diverses caracteristiques, on note:

- sa relative fixité: qui tient aux cycles endogènes des mitoses et des métabolismes de la glande, et à sa subordination hypothalamo-hypophysaire.

- sa souplesse: qui fait que, moyennant certaines précautions, on peut le déphaser ou même l'inverser dans le temps.

- variations au cours du nycthémère.

. les I7- cétostéroïdes et les I7- hydroxycorticoïdes passent par un maximum vers la fin de la matinée, et par un minimum vers minuit.

. les corticoïdes sanguins ont leur taux le plus élevé vers la fin du sommeil et leur taux le plus bas en fin de soirée. Il

existe donc un décalage de 3 à 6 heures entre la sécrétion des corticoïdes et leur excrétion urinaire.

. l'aldostérone est plus dépendante des conditions de l'environnement: la station debout l'augmente, la position couchée la diminue.

. ce rythme est sous la dépendance de l'hypophyse, car il disparaît avec l'hypophysectomie.

. la moitié des variations nycthémérales du sang et des urines est sous la dépendance de la surrénale, et synchronisée avec elle soit immédiatement, soit avec un certain décalage de temps.

- le rythme veille/sommeil ou activité/repos est donc le rythme humain fondamental dont la mise en phase avec le rythme lumière/obscurité est assurée en grande partie par l'axe hypophyse-cortex surrénal.

Le rythme hypophyso-surrénalien est donc une entité fonctionnelle qui siège entre des processus endogènes doués d'autonomie et des processus exogènes, dont la phase exige un certain temps d'adaptation. L'hypophyse et le cortex surrénal peuvent ainsi entraîner les cycles internes dans un rythme de vie renversé.

B) Renversement des rythmes.

Le renversement du rythme de vie retentit hautement sur la surrénale.

I) Dans le travail de nuit, le sujet met plusieurs jours pour renverser les rythmes de sécrétion et d'excrétion de ses corticoïdes.

Le décalage des divers corticoïdes se fait progressivement en avançant un peu chaque jour, jusqu'à adopter un rythme inverse du rythme initial.

L'adaptation n'est donc acquise qu'au bout d'une semaine, à condition que le sujet soit jeune et en bonne santé.

2) <u>Le travail continu par équipes alternantes</u> pose le même problème en ce qui concerne les changements d'équipe: il faut une semaine pour adapter la surrénale des sujets de l'équipe de nuit, et autant pour les autres équipes décalées aussi par rapport au travail. Si la rotation a lieu toutes les semaines, les sujets ne seront jamais adaptés, alors que le maintien prolongé dans un poste décalé par rapport au rythme de vie familiale présente des inconvénients graves du point de vue psychologique et social.

3) <u>Le travail aéronautique.</u>

Quiconque a fait un voyage intercontinental en avion rapide ressent à l'arrivée un besoin de sommeil et une sensation qui est autre chose que le dépaysement.

FLINK et DOE ont montré que des aviateurs, quittant les Etats-Unis pour le Japon, mettent 9 jours pour adapter le rythme de sécrétion de leurs corticoïdes au nouveau méridien. On retrouve le temps d'adaptation de l'ordre de la semaine déjà signalé à propos du travail de nuit et des changements d'équipes dans la journée continue.

Les aviateurs ont pris l'habitude de conserver aux escales de relève l'heure du lieu de départ, ce qui les conduit à dormir le jour et à manger la nuit afin de se préserver des troubles d'adaptation.

Dans le cas de l'aéronautique, à la perturbation des rythmes journaliers s'ajoutent <u>d'autres facteurs pathogènes:</u>

- variations brutales des saisons et des climats d'une escale à l'autre.
- changements d'alimentation responsables, avec les perturbations des heures de repas, de troubles digestifs.
- risque de contamination parasitaire dans les pays tropicaux.
- variations imprévues de la pression barométrique.

Si les facteurs classiques du vol (accélérations, vibrations, dépression barométrique) sont assez atténués à bord des

avions commerciaux modernes, deux facteurs nouveaux ont fait leur apparition:

- la dessication et la chaleur de l'atmosphère intérieure de l'avion constituent un microclimat tropical sec, responsable de mouvements importants de l'eau et de l'ion sodium dans l'organisme et de modifications dans la secrétion de l'hormone antidiurétique et de l'aldostérone.

- une tension psychologique importante, tant chez le personnel de commande que chez les stewards et hôtesses de l'air.

Mais ces troubles, ressentis par le personnel volant comme une "fatigue" accrue, se heurtent à des impératifs économiques liés à la concurrence et à la rentabilité des appareils.

C) Pathologie des changements d'horaires.

L'acceptation du travail de nuit ou par équipes tenant surtout à des causes psychologiques ou sociales, c'est surtout dans le domaine psychologique et social que l'on doit rechercher les intolérances.

I) Troubles du sommeil.

Ce sont de loin les troubles les plus fréquents.

2) Fatigue générale.

C'est ici un phénomène global et non spécifique. Elle tient à la non-adaptation des cycles endogènes et du rythme veille/sommeil au nouvel horaire, ainsi qu'à la fatigue du trajet, et au surmenage pouvant tenir à une occupation secondaire acceptée pour des raisons financières.

3) Troubles nerveux.

Ils sont fréquents et de grande variété: irritabilité, nervosité, anxiété, troubles de la vigilance, tendance dépressive. Ils s'accompagnent de troubles digestifs, céphalées, vertiges, "points douloureux" liés, soit à une hypertonie de la musculature striée, soit à des spasmes viscéraux.

On retrouve ici le problème de la pseudo-névrose. Cette

néopathologie se borne à des troubles mineurs si le sujet est équilibré; mais dans le cas où ces conditions ne sont pas remplies, c'est la porte ouverte aux affections somatiques organisées, aux maladies psychosomatiques et à la pathologie mentale.

4) Troubles digestifs.

On les retrouve dans les équipes tournantes sous forme de gastralgies sans horaire fixe, avec régurgitation acide, survenant une heure après le casse-croûte, désignées sous le nom de "dyspepsies du travail alterné".

Ces troubles sont également fréquents dans le personnel aéronautique, et tiennent au décalage des heures des repas, qui ne sont plus en phase avec les rythmes digestifs, ainsi qu'à des causes d'ordre diététique se rapportant à la composition irrationnelle du casse-croûte.

5) Ulcère digestif.

La pathogénie de cette affection psychosomatique est par nature multifactorielle: le terrain génétique, la personnalité mentale de base, l'âge, le sexe, le cortex surrénal, l'alimentation, la situation vécue, interviennent suivant une causabilité " en cascade ".

La dyspepsie du travail alterné et le tabagisme sont des causes favorisantes, alors que l'amélioration des conditions de vie joue en sens inverse.

D) Les rythmes et la personnalité globale.

La personnalité globale possède ainsi des modulations dans le nycthémère de 24 heures.

Les cycles de base sont liés entre eux par une alternance entre le catabolisme et l'anabolisme, entre l'utilisation de l'énergie et la mise en charge de cette énergie.

Au niveau de l'organisme entier, les systèmes corrélatifs règlent aussi l'ajustement de l'organisme global aux variations, périodiques ou non, du milieu externe. Si les cycles endogènes

néopathologie se borne à des troubles mineurs si le sujet est équilibré; mais dans le cas où ces conditions ne sont pas remplies, c'est la porte ouverte aux affections somatiques organisées, aux maladies psychosomatiques et à la pathologie mentale.

4) Troubles digestifs.

On les retrouve dans les équipes tournantes sous forme de gastralgies sans horaire fixe, avec régurgitation acide, survenant une heure après le casse-croûte, désignées sous le nom de "dyspepsies du travail alterné".

Ces troubles sont également fréquents dans le personnel aéronautique, et tiennent au décalage des heures des repas, qui ne sont plus en phase avec les rythmes digestifs, ainsi qu'à des causes d'ordre diététique se rapportant à la composition irrationnelle du casse-croûte.

5) Ulcère digestif.

La pathogénie de cette affection psychosomatique est par nature multifactorielle: le terrain génétique, la personnalité mentale de base, l'âge, le sexe, le cortex surrénal, l'alimentation, la situation vécue, interviennent suivant une causabilité " en cascade ".

La dyspepsie du travail alterné et le tabagisme sont des causes favorisantes, alors que l'amélioration des conditions de vie joue en sens inverse.

D) Les rythmes et la personnalité globale.

La personnalité globale possède ainsi des modulations dans le nycthémère de 24 heures.

Les cycles de base sont liés entre eux par une alternance entre le catabolisme et l'anabolisme, entre l'utilisation de l'énergie et la mise en charge de cette énergie.

Au niveau de l'organisme entier, les systèmes corrélatifs règlent aussi l'ajustement de l'organisme global aux variations, périodiques ou non, du milieu externe. Si les cycles endogènes

autonomes demeurent assez fixes, les rythmes endogènes non autonomes et les rythmes exogènes sont capables de s'adapter aux variations journalières du milieu ambiant, dans des limites bien determinées d'amplitude et de periode, variables suivant les espèces et les indiviaus.

Ce sont d'autres glandes qui interviennent pour des rythmes de période plus longue: glandes génitales pour les cycles sexuels, thyroïde pour les cycles saisonniers toujours sous la dépendance d'une incitation hypotalamo-hypophysaire.

Mais le rythme activité/repos est aussi celui de la liberté et de la dépendance.

L'homme qui s'engage dans le travail met en route des mécanismes où dominent la vigilance, la prise de conscience et le mouvement volontaire: il se projette dans le monde extérieur, vers le futur, dans l'independance et la liberté; et, à la limite, ce sont l'insécurité et l'angoisse.

Inversement, l'homme fatigué par son travail résilie son engagement. Il se replie sur ses structures affectives, il se nourrit, se repose et dort; les analystes diraient qu'il régresse vers le stade oral. A la liberté, fait place la dépendance, et à l'angoisse la sécurite dans le cadre stable et rassurant du foyer et de la famille.

VI) PSYCHOSOMATIQUE DE LA VIE MODERNE.

A) Travail, loisirs, repos.

La vie de l'être humain est partagée en trois parties d'environ 8 heures chacune: un tiers est consacré au travail, un tiers au sommeil et le dernier tiers à la vie pour soi et les siens.

En France, bien que la durée légale de la journée de travail soit de 8 heures, et celle de la semaine de 40 heures, il est autorisé par la loi 20 heures de travail supplémentaire par semaine, et la semaine de 40 heures est bien souvent dépassée pour atteindre 48 à 50 heures.

Par ailleurs, l'éloignement du domicile, les facilités de repas offertes aux travailleurs dans l'entreprise, tendent à com-

primer l'horaire traditionnel pour le remplacer par la journée continue.

Ces mouvements conjugués donnent au travailleur deux jours de repos hebdomadaires consécutifs et plus de temps libre les autres jours. La législation prévoit pour les congés annuels un jour et demi ouvrable par mois de travail et des bonifications sont données à l'ancienneté, aux mères de familles et aux sujets de moins de 18 ans.

B) Types d'horaires de travail.

I) Journée continue.

La durée du repas de midi est limitée à 30 ou 45 minutes et le travailleur est libéré plus tôt, certains travaux fatiguants étant effectués par roulement à l'intérieur de cette journée.

2) Travail semi-continu (régime des 2 x 8)

Il s'impose dans certaines entreprises industrielles ou lorsque les machines électroniques coûteuses doivent être utilisées à plein rendement, et nécessite la présence d'un personnel réparti en deux équipes au-delà de la durée normale de travail.

Les horaires de ces équipes sont permanents ou alternent tous les 8 ou 15 jours. Le travail continu, laissant une quantité importante de temps libre, semble constituer une formule d'avenir pour l'enrichissement de la personnalité et le resserrement des liens familiaux, à condition que toute la famille en bénéficie à la fois ou coordonne ses activités autour de celle du père ou des deux parents.

3) Travail continu.

Il est le fait d'industries travaillant 24 heures sur 24, et exige donc la présence relayée de plusieurs équipes; il s'effectue selon trois modes.

- le travail en trois équipes (3 x 8) est le plus répandu. Il y a une équipe du matin, une équipe d'après-midi, et une équipe de nuit, des pauses étant naturellement prévues.

- le travail en deux équipes (2 x I2)

Le travail a lieu pendant 4 jours suivis de 3 jours de repos consécutifs.

- le travail en quatre équipes (4 x 8)

Utilisé par quelques entreprises en France et faisant empiéter l'une sur l'autre 4 équipes qui travaillent 8 heures.

Le travail continu risque de bouleverser les rythmes de la personnalité, d'autant plus que les rotations d'équipes se font plutôt en fonction d'habitudes prises et de considérations sociales que de données purement physiologiques.

C) Temps perdu.

Le travail moderne est strictement réglemente par le Code du Travail, par une législation prévoyante et complexe, et par des conventions collectives passées entre les représentants des employeurs et des employés.

L'Inspection du Travail et la Médecine du Travail sont là pour vérifier la bonne exécution des réglements et la santé du personnel.

Il ne devrait donc plus exister de situations de travail surmenantes ni conflictuelles; en fait, l'usure réside plus souvent dans le mode de vie que dans le travail lui-même. Et, pour saisir ces problemes, il faut considérer l'être humain en tant que personnalité globale, aux prises avec une situation d'existence vécue tant par l'extérieur que par l'intérieur.

Les 8 heures de la vie pour soi doivent être amputées des fractions suivantes:

I) le temps des repas: prend environ deux heures par jour, la ménagère devant consacrer en plus deux heures environ aux courses et à la préparation des repas. La mere de famille est donc la principale victime de la vie moderne si elle ajoute aux charges d'un ménage celles d'une profession.

2) le temps de trajet: il atteint de une heure à trois

heures par jour dans les grandes villes, et pose le problème des transports en commun et de la circulation. Il faut noter que les efforts actuels de déconcentration de la région parisienne et de reconversion industrielle et administrative en province, constituent une amélioration notable des points de vue économique et humain.

Mais, dans certaines cités nouvelles, l'implantation trop évidente des habitations par couche sociale ou suivant la hiérarchie professionnelle fait apparaître une stratification par classe beaucoup moins visible dans les grandes villes; on perd ainsi sur le plan des relations humaines ce qui est gagné sur le temps de déplacement.

Par ailleurs, la fatigue des longs trajets conduit aux accidents du trajet qui grèvent lourdement la pathologie du travail.

3) Soins et éducation des enfants.

Ils constituent pour la femme une charge très importante: ces heures de travail chez la mère de famille exerçant une profession sont prises sur la vie pour soi et même sur le sommeil. Il en est de même pour l'homme qui "bricole" à la maison, exerce un métier d'appoint, ou entreprend différents types d'actions (perfectionnement, syndicalisme, politique, etc...).

Même lors du repos hebdomadaire, la variété des obligations et activités en fait une course contre la montre. Chacun doit faire alors le bilan de sa propre existence, la simplifier, la rendre plus efficace et en définitive plus humaine.

D) Le travail à mi-temps.

Bien qu'il paraisse constituer une excellente solution des problèmes qu'on vient d'évoquer pour certaines mères de famille, pour des jeunes gens en cours de formation ou de perfectionnement et pour les handicapés sociaux, le travail à mi-temps se heurte à une hostilite qui émane des pouvoirs publics, des employeurs, des syndicats et même de ceux qui pourraient en bénéficier.

I) Avantages du travail à mi-temps

- permettrait d'utiliser une main-d'oeuvre potentielle actuel-

lement inemployée.

- il jouerait ainsi un rôle:
  social: mères de familles surchargées .
  éducatif: étudiants.
  médical: réadaptation de certains blessés ou malades.

- il se substituerait à certaines conditions de travail malsaines ou illégales et réduirait certaines formes d'absentéisme.

2) Oppositions au travail à temps partiel.

- psychologiques: selon lesquelles il n'y a pas de problème de travail à mi-temps; d'après la loi du "tout ou rien", la capacité de travail ne connaîtrait pas d'intermédiaire entre zéro et maximum.

- du point de vue technique: problème d'amortissement de machines coûteuses, et d'organisation de roulements complexes.

- obstacles administratifs: ce sont les plus tenaces ; si la Sécurité Sociale autorise la reprise temporaire du travail à mi-temps à titre de réadaptation après maladie ou blessure, l'existence légale de cette forme de travail est encore discutée.

E) L'habitat moderne.

Le logement est maintenant avant tout le cadre du repos, des libertés individuelles, des valeurs affectives, intellectuelles et traditionnelles de la famille.

Il existe plusieurs inconvénients dans l'habitat collectif moderne: l'excès de bruit dû à une construction trop légère, ou à une implantation défectueuse (bruits extérieurs), l'absence de possibilité et de choix.

En outre, l'énormité du groupement d'habitations modernes prolonge pour le travailleur anonyme, le monde dépersonnalisé qu'il vient de quitter.

L'habitat collectif actuel est conçu selon des règles

d'hygiène en apparence rationnelles, mais, étant réalisé d'après certains impératifs financiers et économiques, il conduit à une habitabilité médiocre et pose un problème majeur de santé mentale.

Les spécialistes ont montré le surmenage psycho-sensoriel, les psychiatres ont étudié les troubles névrotiques, l'anxiété et les formes dépressives, caractérielles ou psychotiques induites par l'habitat moderne.

Ces maux sont, semble-t-il, ceux du monde moderne, et ils existeraient probablement dans d'autres formes d'habitat; mais il faut noter que ce cadre inadéquat prolonge le malaise au lieu de l'apaiser. Les enquêtes et sondages faits dans ce sens montrent que la majorité des Français souhaitent la maison individuelle.

Ainsi, de nombreux thèmes de recherches apparaissent si l'on veut élever la condition humaine et préparer la vie de demain. Ces recherches, qui s'appuient sur l'ergonomie, les études médico-sociales, la psychologie et la sociologie, doivent se rejoindre dans l'unique but de la personne humaine.

CONCLUSIONS

Au terme de cette étude, il semble donc que se posent pour les sociétés évoluées de multiples problèmes, dépassant le problème unique du monde sous-développé, qui consiste à survivre en dépit d'une alimentation insuffisante et d'un travail exténuant.

Pour la plupart des auteurs, la fatigue doit être considérée comme un processus de régulation de l'activité. Elle se manifeste par certaines sensations qui constituent en fait le signal d'alarme pour prévenir l'épuisement des réserves de l'organisme ; il faut tenir compte de la motivation qui peut maintenir à un niveau élevé le fonctionnement de l'organisme.

La fatigue est aussi un facteur de défense : les situations conflictuelles de la vie moderne se transformant en manifestations organiques qui produisent les sensations de fatigue, permettent à l'individu de lutter (ce qui est la phase agressive), et ultérieurement à se réfugier dans l'abandon et l'inaction (phase régressive) s'il n'arrive pas à surmonter ses problèmes.

Pour rendre la fatigue supportable, il convient de tenir compte simultanément des facteurs organiques et d'origine psychique entrant dans son organisation : nuisances sur les lieux de travail et dans l'habitat, accroissement de l'automation qui réduit considérablement le travail musculaire mais nécessite une attention soutenue malgré la monotonie d'opérations répétitives.

Il convient donc d'améliorer les conditions de travail en combattant les nuisances telles que le bruit (par des "limites

de bruit", une lutte contre le bruit à la source et la propagation du bruit, et une surveillance médicale) ou la fatigue visuelle (en établissant un niveau d'écairement correct et un certain confort visuel, de même qu'une surveillance médicale adaptée), mais aussi en instituant la gymnastique de pause qui consiste à faire exécuter certains exercices musculaires pendant les pauses de travail (suivant la nature du travail, on doit alors adopter la relaxation qui améliore l'état psychique, ou les exercices dynamiques qui ont un effet plus favorable sur l'état physique). On doit également améliorer les conditions de la vie extra-professionnelle en organisant les loisirs, la culture et en modifiant les conditions de l'habitat collectif moderne, pour que soient respectés au maximum les grands rythmes du corps et de la personnalité humaine.

B I B L I O G R A P H I E

-Adaptation du Travail à l'homme.Conférence internat. Zurich, mars 1959, O.E.C.E.,Agence Européenne de productivité, Paris, mars 1960.

-ALBEAUX-FERNET, BUGARD et ROMANI, J. Clin.Endocr., 1957, 17, 519.

-ALBOU, L'Ergonomie (Cahiers des C.E.R., déc. 1960).

-ANDLAUER et METZ , Variations nycthémérales de la fréquence des accidents du travail (Arch. Malad. profess., 1953, 14, 6, 613) ;

-ALLEN et PAUL, Human Factors, New York, I, 1958, 22.

-ANON., Arch. Malad. professionnelles, 1960, 21, 718, 500.
Rev. Internat. Trav., 1961, 78, I.

-ANTHONY, J. Acoust. Soc. Amer., 1956, 20, 2, 270.

-ANTHONY et ACKERMANN, J. Acoust. Soc. Amer., 1955, 276, 1144.

-Archives hospitalières, nov. 1961.

-Automation 1949-1959. Bibliographie n° 19. Haute autorité CECA, Luxembourg.

-DE ARMIJO VALENZUALA et PALAMO-SALAS, Importance des rythmes biologiques (rapports 5 ème Congr. Méd. néo-hippocratique, Montpellier, 2-7 sept 1962)

-ARGUELLES, BEAS, OTTONE et CHEKHERDEMIAN, J. Clin. Endocr.1962,22,846.

-BARRTER, BIGLIERI, PRONOVE et DELEA, Inter. Symp. Aldosterone, I vol., J.A. Churchill, Londres, 1958.

-BARRTER, DELEA et HALBERG, Ann. N.Y. Acad. Sci.,1962,98, 4, 969.

-BEMITTE et LEFEBVRE DES NOUETTES, Rapp. Congr. intern. Méd. aéron. et cosmon., Rev. Méd. aéron., 1961, I, I, 59.

-BEDFORD, VERNON et WARNER, J. Hyg., 1933, 33, 118.

-BERGMANN,Ultrasonics, I vol., 5ème éd., J.Wiley éd., New York.

-BING, Presse Médicale, 1958, 68, 1015.

-BERLINGUER, Automazione e Salute, n° 44, Instituto di Medecina sociale Roma, 1958.

-BIRKE,DICZFALUSY et PLANTIN, J. Clin. Endocr., 1958,18, 736.

-BIRKET-SMITH, Det Asteniske syndrom, 1960, Universitets forlaget, I, Aarhus, Danemark.

-BIRO, Acta Physiol. Acad. Sc. Hung., 1963, 23, 2.

-BIRO, SZOKOLAI et FACHET, Acta Physiol. Acad. Sc. Hung., 1962, 22, 2.

-BONJER, Ergonomics, 1962, 5, I.
Physiological aspects of shiftwork (13ème Congr. Intern. Méd. Trav., New York .,1960, 848).

-BOURRET, BERTRAND etDETRY, Rev. lyon.Méd., 1961, 10, 20, 1233.

-BROADBENT, Quart. J. Exp. Psychol., 1954, 6, I.

-BROMBERGER, De notre envoyé spécial en 1980(Figaro 20-5,26-5,27-6 1963

-BUGARD , Gaz. Hôp., 1958, 15, 57.
La fatigue, I vol., Masson, 1960.
Ann. Endocr., 1961, 22, 6, 999 et 1008.
Manutention, 72, déc. 1960, 129.
L'état de maladie, I vol., Masson, 1964.

-BUGARD et HENRY, Rev. path. gén., 1959, 59, 704, 93.

-BUGARD, HENRY et JOUBERT, Maladies de civilisation et dirigisme biologique, I vol., Masson, Paris, 1962.

-BUGARD, Ann. Méd.psychol., 1961, 119, 2, 1957.
Rev. Méd.psychosom., 1962, 4/3, 271.
IIème Congr. internat. Méd. psychosom., Paris, 5/8, juil.1963.
Thèse Sciences, Paris, 1955.
Arch. Malad. Profess., 1958, 21, 28.
Rev. Corps Santé Armées, 1960, I-I-1958.
L'état de maladie, I vol., Masson, Paris, 1964.

-BUGARD, SOUVRAS, VALADE, COSTE etSALLE:
R. Soc. Biol., 1954, 148, 1072.
C. R. Soc.Biol., 1953, 147, 2017 et 1918.
Sem. Hôp. Paris, 1953, 29, 65, 3299.

-McCOLLOM et CHAPANIS, A Human Engineering Bibliography, San Diego State College Found., 1956.

-CABARAT, Le Bruit, I vol., 3ème éd., Institut national de Sécurité,Paris

-CAUSSE et CHAVASSE, Ann. psychol., 1942, 43, 43, 44, 265.

-CHAUCHARD, Presse Médicale, 1953, 61, 30, 628.

-CHOCHOLLE, Le bruit, méfaits, dangers et prévention.

-CHOCHOLLE et BERGER, 5ème Congrès INS, 1954, 95.
Acustica, 1958, 8, 37.

-CHAILLEY-BERT, Le mouvement volontaire, 1949, I vol., Baillère,156pages

-Communications sur la Pathologie des Horaires de Travail. Septièmes Journées Nationales Méd. Trav., Paris, 17-19 sept. 1962, Masson & Cie.

-CONWAY, Physiol. Rev., 1957, 37, 84.

-COOPER, RANDALL et HERTZMANN, J. Appl. Physiol., 1959, 14, 207.

-COPPEE, Etat actuel des recherches entreprises sous l'égide de la CECA dans le domaine de la lutte contre le bruit (Ann. ORL Belg., 1960).

-DAVIS (H), Health, 1957, 16, 454.

-DAVIS (H) et DAVIS (P.A.), Amer. J. Physiol., 1932, 101, 339.

-DAVISON, Physiol. Rev., 1958, 38, 729, 747.

-Décret 63-405 du 10-4-1963 (J.O. du 20-4-1963). Circul. Minist. 66 SS 15-5-1963.

-DELABROISE, GODARD et LEYER, Soc. Méd. Hyg. Trav., Strasbourg, Séance 24 oct. 1961.

-DONALD , WORMALD, TAYLOR et BISHOP, Clin. Sc., 1957, 16, 567.

-DOGNON et BIANCANI, Ultra-sons et biologie, I vol.,Paris, 1937.

-DUBOIS-POULSEN, La fatigue visuelle.

-DURAND de BOUSINGEN, Vie médicale, 43. Méd. et Thérap., 1962, 97.

-DUPIN de SAINT-CYR, Làutomatisme dans les travaux de bureau.

-ELMADJIAN, HOPE et LAMSON, Rec. Progr. Hormone Res., 1958,14,513;553.

-LES ETATS DE FATIGUE.-Numéro spécial Rev. Praticien, 1962, 12, 20.

-Ergonomie, productivité européenne, AEP , juin 1959.

-VON EULER, Noradrenaline. Chemistry, physiology, pharmacology and clinical aspects.

-FARBER, PELLEGRINO, CONAN et EARLE, Amer. J. Med.Sci., 1951, 221, 678.

-FARREL, Regulation of Aldosterone Secretion(physiol. Rev., 1958).

-FAURE, BOSS et LE GARFF, La recherche opérationnelle, P.U.F., 1961.

-FISHBEIN et BLESSMANN, Presse Médicale, 1963, 71, 34, 1704.

-FLECHTER, Speech and Hearing in Communication, New York, 1953.

-FLECHTER et MUNSON, J. Acoust. Soc.Amer., 1933, 5, 82.

-FORTIER, Ann. ACFAS, 1950, 130 et 1951, 110.

-FORTIER et SELYE, Amer. J. Physiol., 1949, 159, 433.

-FRANCO, La Journée continue. Etude diététique. Foulon, Paris, 1959.

-FRIEDMANN, Le Travail en miettes, Gallimard, Paris,,1956.

-FUKUDA, Arbeitphysiol., 1951, 14, 425.

-GAULTIER, HOUSSET et MARTIN, Soc. Méd. Hyg. Trav., janv. 1961.

-GELLY et MISSENARD, Méd. Réserve, 1963, 59, 2, 54.

-GIRARD, La névrose des mal logés. Thèse Méd. Alger, 1962.

-GRANIT, Systems for control of movement (Bruxelles , 1957).

-GHATA, Rythme d'excrétion du rein chez le sujet normal, Th.Méd.Paris 1954.

-GLORIG, Noise and your Ear, New York, 1958.

-GRANDPIERRE, Eléments de médecine aéronautique, Exp. Sc. Fr.,Paris1948

-GRANDPIERRE et GROGNOT, Méd. Aéron., 1955, 300.

-GROGNOT, J. Physiol., 1952, 44, 255.

-GUENSBERGER, 2ème Congr. internat. Méd. psychosom., Paris 5-8 juil1963.

-LE GUILLANT, ROELENS, BEGOIN, BEQUART, HANSEN et LEBRETON , Presse médicale, 1958, 64, 13, 274.

-HADENGUE, REYNAUD et REINBERG, Les incidences psycho-physiologiques et les aspects pathologiques de la répartition des horaires de travail.

-HALBERG, Amer. J. Ment. Deficiency, 1960, 65, 156.

-HALBERG et STEPHENS, Feder. Proc., 1958, 17, 1725, 439.

-HALBERG et HOWARD, Post Graduate Medecine, 1958, 24, 349.

-HALBERG, Experianta, 1961, 17, 282.

-HAZEMANN, Nécessité de la recherche concernant les aspects psychopathologiques de la vie dans les "grands ensembles" (56ème Congr. d'Hygiène Paris, 9-IO oct. I96I).

-HELD, Revue automobile médicale, I962.

-HEUYER, MISSENARD, PICHOT et QUERO, L'approche psycho-sociale en médecine

-HORVATH, State Pedagog. Publ. House, Praha, I956.

-HUXLEY et HANSON, Nature, I954.

-L'Hygiène mentale et la Presse (Hygiène mentale, n°I, I957).

-KAUFMANN, BENSIMON et RADJAVI, Presse médicale, I963, 7I, I8, 907.

-KAYSER, Physiologie t.II, Système nerveux, Muscles.
Physiologie du Travail et du sport.

-KLINE, Psychopharmaceutical effects and side effects.

-KNUDSEN et HARRIS, Acoustical Designing in Architecture.

-KOUPERNIK, Essai de Psychopathologie urbaine (Concours Médical I960).

-LABORIT, Physiologie humaine, Masson.
Presse médicale, I96I, 69, I6, 7I7.

-LABORIT, LETERRIER et BRUE, Presse Médicale, I963, 7I, 8, 587.

-LEHMANN, Physiologie pratique du Travail, I955.

-LEULIET, 7ème Journ. Nat. Méd. Trav. Paris, I7-I9 sept. I962.

-LEFRANC, L'homme face à la machine. Science et progrès humain, ParisI959
Arch. Malad. profess., I962, 23, 4, 5, 274.

-LING, La santé mentale dans l'industrie (Bull. O.M.S. I955).

-LINQUETTE, Méd. Educ. Phys., Sport, I962, 4, 229.

-MARLIERE, Incidences sur la santé du travail en équipes et de la fréquence des changements de poste, Th. Méd. Lille, I96I.

-MARTIN, Vivre dans les cités nouvelles (Figaro I963).

-Manuel Bruits et Vibrations, Institut National de Sécurité, Paris.

-MENZEL, Le rythme nycthéméral de l'homme et l'aptitude au travail.

-METZ et SCHWARTZ, J. Physiol. Paris, I949, 4I, 236, A.

-METZ, Fatigue et sécurité. Rapport du Centre d'études de physiologie appliquée du Travail, Faculté de Médecine de Strasbourg, I960.

-MICHALOVA, Rev. Med. Psychosom., I963, 5, 3.

-MISSENARD, FESSARD ET QUERO, Concours Méd. 2, 4, I960.

-MONOD, HOUSSET et HEURTEMATTE, Arch. Malad. profess., I96I, 22, I7.

-MONOD et SCHERRER, C. R. Soc. Biol. Paris, I957, I5I, I358.

-MORUZZI, DELL, BONVALLET, BOVET et LONGO, Rapports XXème Congrès internat. Physiol., I956, Bruxelles.

-MORSE, L'automation et les autres progrès de la technique,B.I.T. I957.

-MULLER et MACH, Physiologie et clinique de l'aldostérone.

- Notes d'information sur les évènements sociaux dans la Communauté C.E.C.A., Haute Autorité, Luxembourg.
- O.M.S. et la santé mentale, 1949 - 1961, Genève, 1962.
- O.M.S., Catalogue des publications, Genève 1962: Santé mentale et psychiatrie.
- PASSET, Problèmes économiques de l'automation, Paris, 1958.
- PETERSON et BERANEK, Handbook of Noise Measurement, 1956.
- PLANQUES et GARNIER, Arch. Malad. profess., 1960, 21, 4, 5, 240.
- PINCUS, Aspects du métabolisme des stéroïdes hormonaux, Masson 1955.
- POLLOCK, L'automation et ses conséquences économiques et sociales, Editions de Minuit, Paris, 1957.
- Problèmes de santé mentale que pose l'automation, Rapp. techn. n° 183, O.M.S., 1959.
- Psychiatrie sociale et attitudes de la collectivité, Rapp. techn. n° 177, O.M.S., 1959.
- RAYMOND, CHAVASSE, SAULNIER et NICKLES, La protection contre les bruits à caractère industriel. Limite des bruits acceptables. Note d'information technique. STO. 61. 53.INS, 1961 Paris.
- RUSTANT, L'automation, ses conséquences humaines et sociales, Editions Ouvrières, Paris 1959.
- Les rythmes du travail (Hygiène mentale, n°1, 1957).
- SALLERON, L'Automation, P.U.F., Paris 1958.
- SIVADON, Psychopathologie du travail (L'Elan, 1957).
- SCHERRER et MONOD, J.Physiol. Paris, 1960, 52, 2.
- SCHULLER, Presse Médicale, 1962, 70, 15, 715.
- STEVENS, J. Acoust. Soc. Amer., 1955, 27, 815.
- La télévision et la famille (Hygiène mentale n°1, 1961).
- Le travail à mi-temps (Hygiène mentale n°1, 1958).
- VEIL, Concours méd., 1959, 23, 6.
- Vues sur l'automation, Dunod éd., Paris 1959.
- WILKIE, Ergonomics, janv., 1960.
- YVONNEAU et de BARROS - FERREIRA, Presse Médicale, 1963, 71.
- YLLÖ, Ergonomics, 1962, 5, 1, 1975.
- YOUNG, Endeavour, 1956, 15, 15-19.

================